

Bucherer, M.; Clausen, U.; Herrmann, C.; Hoffschroer, H.; Juraschek, M.; Kreuz, F.; Langer, V.; Reicher, C.; Roth, C.; Schmidt, A.; Söfker-Rieniets, A.; Sonntag, R.; Spengler, A.; Thiede, S.; Vossen, B.

Urban Factory - Entwicklung ressourceneffizienter Fabriken in der Stadt

Abschlussbericht

Teil 1:
Theoretische Grundlagen & Hypothesen

Urban Factory - Entwicklung ressourceneffizienter Fabriken in der Stadt

Abschlussbericht

- Teil 1: Theoretische Grundlagen & Hypothesen
Teil 2: Empirische Untersuchungen: Methoden, Ergebnisse, Schlussbetrachtung
Teil 3: Empirische Untersuchungen: Anhang
Teil 4: Maßnahmenkatalog zur Anpassung von urbanen Fabriken

Dies ist der Teil 1 des Abschlussberichtes für das Gesamtprojekt von:

Technische Universität Braunschweig	(IIKE + IWF, FKZ: 03ET1311A)
Technische Universität Dortmund	(ITL + STB, FKZ: 03ET1311B)
Universität Duisburg-Essen	(ISS, FKZ: 03ET1311C)
Tapping Measuring Technology GmbH	(TMT, FKZ: 03ET1311D)

Projektlaufzeit 01.09.2015-31.12.2018

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Impressum

Lizenz

Dieses Werk ist unter der Creative Commons Lizenz CC-BY 4.0 zugänglich.

DOI: 10.24355/dbbs.084-201909121223-0

Kontakt

Technische Universität Braunschweig
Institut für Industriebau und Konstruktives Entwerfen (Gesamtprojektleitung)

Michael Bucherer
Pockelsstraße 3 | 38106 Braunschweig
Tel +49 531 391-2544 | iike@tu-braunschweig.de
www.tu-braunschweig.de/iike

Autorenvermerk

Der vorliegende Teil des Forschungsberichtes wurde - sofern nicht anderweitig gekennzeichnet - gemeinsam durch die folgenden Autorinnen und Autoren verfasst:

Bucherer, M.; Clausen, U.; Herrmann, C.; Hoffschroer, H.; Juraschek, M.; Kreuz, F.; Langer, V.; Reicher, C.; Roth, C.; Schmidt, A.; Söfker-Rieniets, A.; Sonntag, R.; Spengler, A.; Thiede, S.; Vossen, B.

Folgende Gast- und Fachautoren haben ergänzende Fachbeiträge geleistet:

Isa, S.:	Kapitel 3.1	Megatrends wirken auf Stadt u. Unternehmen (Co-Autorin)
Augat, M.:	Kapitel 6.1.2	Fallstudie Lastenrad (Co-Autorin)
Weber, R.:	Kapitel 6.2.2	Erfahrungsbericht eines Beiratsmitglieds (Autor)

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Die Inhalte dieser Publikation wurden unter größter Sorgfalt zusammengestellt. Eine Haftung für die Richtigkeit der Informationen ist ausgeschlossen.

Lesehinweis

Für die sprachliche Gleichstellung von Männern und Frauen existieren bislang keine einheitlich anerkannten Regelungen. Auch wenn einzelne Formulierungen der jeweiligen Autorinnen und Autoren dieses Berichtes nicht beidseitig geschlechtergerecht gestalten sein sollten, sind selbstverständlich auch in diesen Fällen stets die Angehörigen beider Geschlechter gemeint - es sei denn, es ist explizit anders vermerkt.

Forschungsteam

Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

Förderkennzeichen 03ET1311A

IIKE - Institut für Industriebau und Konstruktives Entwerfen (Gesamtprojektleitung)

Univ.-Prof. Mag.Arch. M.Arch. Carsten Roth
 Dipl.-Ing. M.Arch. Michael Bucherer
 Dipl.-Ing. Regina Sonntag
 Pockelsstraße 3 | 38106 Braunschweig
 Tel +49 531 391-2544 | iike@tu-braunschweig.de
 www.tu-braunschweig.de/iike

IWF - Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik

Nachhaltige Produktion und Life Cycle Engineering
 Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christoph Herrmann
 Dr.-Ing. Sebastian Thiede
 Max Juraschek, M. Sc.
 Langer Kamp 19b | 38106 Braunschweig
 Tel +49 531 391-7149 | iwf@tu-braunschweig.de
 www.tu-braunschweig.de/iwf/pul

Technische Universität Dortmund

Förderkennzeichen 03ET1311B

ITL - Institut für Transportlogistik

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen
 Dr.-Ing. Sven Langkau
 Felix Kreuz, M. Sc.
 Leonhard-Euler-Straße 2 | 44227 Dortmund
 Tel +49 231 755-6336 | info@itl.tu-dortmund.de
 www.itl.tu-dortmund.de

STB - Fachgebiet Städtebau, Stadtgestaltung und Bauleitplanung

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Christa Reicher
 Dipl.-Ing. Holger Hoffschroer
 Dipl.-Ing. Anne Söfker-Rieniets
 Benjamin Vossen, M.Sc.
 August-Schmidt-Str. 10 | 44221 Dortmund
 Tel +49 231 755-2241 | stb.rp@tu-dortmund.de
 www.staedtebauleitplanung.de

Universität Duisburg-Essen

Förderkennzeichen 03ET1311C

ISS - Institut für Stadtplanung und Städtebau

Uni.-Prof. em. Dr.-Ing. M.Arch. J. Alexander Schmidt
 Dipl.-Ing. (FH) Arnim Spengler, M.Sc.
 Universitätsstraße 15 | 45141 Essen
 Tel +49 201 183-0 | alexander.schmidt@uni-due.de
 www.uni-due.de/staedtebau

Tapping Measuring Technology GmbH

Förderkennzeichen 03ET1311D

Volker Langer
 Mauri Uusitalo
 Hagener Str. 103 | 57072 Siegen
 Tel +49 271 4014-359 | contact@tmt.com
 www.tmt.com

Projektpartner

Battery LabFactory Braunschweig

Langer Kamp 8 | 38106 Braunschweig
Tel +49 531 391-94663 | blb@tu-braunschweig.de
www.tu-braunschweig.de/forschung/zentren/blb

Flughafen Dortmund GmbH

Martin Runte
Flugplatz 21 | 44319 Dortmund
Tel +49 231 9213-01 | service@dortmund-airport.de
www.dortmund-airport.de

F&A Manufaktur GmbH

Fabian Kortwittenborg
Hannöversche Straße 22 | 44143 Dortmund

PIA-Stiftung

Hendrik Konietzny
Robin Schmidt
Benjamin Triestram
Hans-Böckler-Platz 10 | 45468 Mülheim an der Ruhr
Tel +49 208 8485-710 | info@pia-stiftung.de
www.pia-stiftung.de

Danksagungen

Das Forschungsteam von Urban Factory möchte besonders den folgenden Personen für das kontinuierliche Einbringen ihrer Expertise im Rahmen ihrer Beiratstätigkeit danken:

Prof. Dr.-Ing. Gerald Ebel
Ralf Finger
Dirk Fromme
Ulrich Kaak
Tobias Oehlschlaeger
Hans-Joachim Rieks
Prof. Dr.-Ing. Johanna Schoppengerd
Christian Teipel
Rainer Weber
Stefan Wende

Zudem danken wir unseren ehemaligen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, Masteranden und Wissenschaftlichen Hilfskräften für ihre unterstützende Zuarbeit:

Vanessa Fahrenholz
Dr.-Ing. Christiane Geiger
Lars Krüger
Nina Lehrum
Zoran Miodrag
Dr. Nasrollah Mozhdehi
Fatemeh Nouri
Antonino Petronio
Dr.-Ing. Fabian Schnabel
Erdal Tanrikulu
Dr.-Ing. Carina Thaller
Franziska Vogtland
Benjamin Willenbrock

Zusammenfassung

Produktion, Wertschöpfung und die Herstellung von Gütern ist ein integraler Teil des urbanen Raumes. Im Zuge vielfältiger Veränderungsprozesse wurden und werden in Deutschland Produktionsstätten an den Stadtrand, ins Ausland oder auf die grüne Wiese verdrängt. Über die historische Entwicklung von Städten und Fabriken wurden unterschiedliche regionale und epochale Herangehensweisen verfolgt, die mehrfach zur oftmals aufeinander folgenden Verbindung und Trennung dieser Systeme führten. Im Ergebnis dieser Entwicklungen finden sich heute viele Produktionsstätten in der Stadt, die ursprünglich nicht für den Betrieb in der unmittelbaren Nähe zu anderen urbanen Akteuren ausgelegt wurden. Die dabei entstehenden Herausforderungen verhindern oder erschweren die Nutzung von existierenden Ressourceneffizienzpotenzialen. Es fehlt an geeigneten Methoden und Werkzeugen, die möglichen positiven Effekte der symbiotischen Verbindung von urbanem Raum und Produktionsstätten effektiv verwertbar machen.

Das Forschungsvorhaben „Urban Factory – Entwicklung ressourceneffizienter Fabriken in der Stadt“ verbindet die Fachdisziplinen Industriebau, Produktion, Städtebau, Logistik und Energiedesign unter Einbezug von Unternehmen, Kommunen, Versorgungsunternehmen und BürgerInnen in einem „Forschungsnetzwerk Urbane Fabrik“. Zentrales Alleinstellungsmerkmal gegenüber anderen Forschungsvorhaben ist die Ausweitung auf Technologien und Maßnahmen, die die Effizienzsteigerung im Handlungsrahmen der gemeinsamen Ressourcen von Stadt und Fabrik ermöglichen und in der Betrachtung die Stadtgesellschaft einbeziehen. Der Verdrängung von Fabriken und damit der Abwanderung von Arbeitsplätzen, Innovationen, Wertschöpfung und Produkten wird entgegengewirkt und neue bzw. bestehende Fabriken können für die Stadtgesellschaft positiv wirksam und selbst gestärkt werden. Die Verbindung der Disziplinen Produktion, Stadtentwicklung, Verkehr/Logistik, Energiedesign und Industriebau zielt auf die gemeinsame Erfassung der zentralen Handlungsfelder der urbanen Produktion ab, basierend auf der These, dass Fabriken im urbanen Raum durch Kooperation mit der umgebenden Stadt gemeinsame, zusätzliche Effizienzpotenziale erschließen und nutzen können. Hierfür ist eine grundlegende Untersuchung der Vernetzung von Stadt und Fabrik notwendig. Dies bedeutet einen (stadt-)gesellschaftlichen Paradigmenwechsel, der akteurs-, disziplin- und systemübergreifend wirkt.

Im Forschungsvorhaben Urban Factory wurde eine Wissensplattform zur Energie- und Ressourceneffizienz von Industrie und Produktion in der Stadt entwickelt basierend auf einem theoretischen Rahmen mit stetiger Ergänzung durch Modellvorhaben in der Praxis. Begleitend wurden unterschiedliche Unternehmen sowie Stadtstrukturen analysiert. Das entwickelte Vorgehen zur Analyse urbaner Produktion aus diesem Systemverständnis heraus ermöglicht die im Zusammenspiel mit den Pilotprojekten erfolgte Ableitung von Methoden für die Bewertung und Identifikation von Effizienzmaßnahmen aus einer disziplinübergreifenden Perspektive. Die gemeinsame Grundlage bilden dabei die Austauschbeziehungen von Fabrik und Quartier im urbanen Kontext, deren Operationalisierung in mehreren aufeinanderfolgenden Schritten erfolgte. Mehrere Analysebausteine wurden erstellt und können für spezifische Anwendungsfälle kombiniert werden. Die Untersuchung von Referenzprojekten sichert eine allgemeingültige Ableitung sinnvoller Maßnahmen in Form vernetzter Planungsmethoden und konkreter technologischer Bausteine, die die Übertragbarkeit der Projektergebnisse sicherstellen. Im Verbundprojekt wurden drei Pilotprojekte untersucht und begleitet, die jeweils unterschiedliche Rahmenbedingungen, Herausforderungen und Untersuchungsfelder aufweisen. Zudem wurde ein Modellversuch zu Elektromobilität im Verlauf des Projekts durchgeführt.

Im Verbundprojekt konnte gezeigt werden, dass im Sinne der Ressourceneffizienz einer urbanen Fabrik eine funktionale, räumliche und zeitliche Ebenen übergreifende Betrachtung notwendig ist. Dazu bedarf es jedoch zunächst der Identifikation und Überwindung trennender physischer und immaterieller Elemente. In den aus der Trennung der Systeme Stadt und Fabrik resultierenden Unterschieden, die je nach Standort größer oder kleiner ausfallen können, besteht derzeit eine der größten Hürden für die Schaffung zusätzlicher Effizienzpotenziale. Im Rahmen des Forschungsprojekts Urban Factory wurden acht Ressourcen als zentrale Handlungsfelder der ressourceneffizienten Integration von Fabriken in der Stadt identifiziert. Mit diesem Bezugssystem der gemeinsam genutzten, urbanen Ressourcen wird es möglich, die Austauschbeziehungen zwischen Stadt und Fabrik

strukturiert zu identifizieren und damit auch bewertbar zu machen. Die Ressourcen beschreiben somit den Aktivitätsrahmen, in dem Maßnahmen und Konzepte umgesetzt werden können, und bieten dabei gleichzeitig eine Methode, mit der Externalitäten und Zielkonflikte erfasst werden können.

Die Projektergebnisse wurden für den Wissenstransfer und die Ergebnisverwertung in einem interdisziplinären Werkzeugkasten zusammengefasst. Darin enthalten sind entwickelte Methoden und Vorgehen zur Analyse urbaner Fabriken sowie eine strukturierte Informationssammlung, die die Übertragung der Projektergebnisse in unterschiedliche Anwendungskontexte erlauben. Die Basis bildet die Strukturierung entlang der Ressourcen der urbanen Fabrik. Darauf aufbauend wurde eine Sammlung von Maßnahmen in Form von Steckbriefen geschaffen. Diese Steckbriefe können durch die relevanten Akteure als Katalog eingesehen oder systematisch für Anwendungsszenarien mittels der Eingabe von Suchkriterien identifiziert werden, wofür ein Bewertungsvorgehen entwickelt wurde. Mit der Identifikation und Umsetzung von Maßnahmen in Fabrik und städtischem Quartier kann eine Steigerung der Ressourceneffizienz etabliert werden. Damit ergibt sich auch die Gelegenheit, beteiligte Akteure weiter zu sensibilisieren, ihnen entsprechendes Wissen zu vermitteln und Hürden abzubauen. Die im Projekt entwickelten Methoden und die geschaffene Sammlung von ressourceneffizienzsteigernden Maßnahmen bieten vielfach Anknüpfungspunkte zur Übertragung und Weiterentwicklung in zukünftigen Anwendungsfällen.

Inhalt - Teil 1**Fabriken im urbanen Kontext: Theoretische Grundlagen & Hypothesen**

1.0	Fabriken im urbanen Kontext	3
1.1	Herausforderungen urbaner Fabriken.....	3
1.1.1	Industrieller Wandel – Produktionsbegriff	4
1.1.2	Urbaner Raum	6
1.1.3	Verkehr - Logistik	6
1.1.4	Energiedesign - Umweltqualität	8
1.1.5	Industriebau	10
1.1.6	Zusammenfassung	12
1.2	Eingrenzung der Forschungsthemen	12
1.2.1	Prämissen zur Erforschung der urbanen Fabrik	12
1.2.2	Forschungsfragen	15
1.3	Literatur zu Kapitel 1	16
2.0	Forschungsdesign.....	18
2.1	Methoden	18
2.1.1	Mehrwert durch trans- und interdisziplinäre Zusammenarbeit	18
2.1.2	Ausgangslage in der Forschung	19
2.2	Projektaufbau	22
2.2.1	Inhaltliche Ziele I Methodik	22
2.2.2	Forschungsmethoden aus Sicht der Disziplinen	23
2.2.3	Verwertung: Wissenstransfer externes Expertenwissen	25
2.2.4	Zeitlicher Ablauf	26
2.3	Literatur zu Kapitel 2	27
3.0	Theoretische Grundlagen.....	28
3.1	Trends wirken auf Stadt und Unternehmen	28
3.1.1	Abgrenzung und Definition der Begrifflichkeiten	28
3.1.2	Reurbanisierung.....	32
3.1.3	Funktionale Mischung im urbanen Raum	33
3.1.4	Bauwerksqualität.....	35
3.1.5	Klimawandel.....	36
3.1.6	Ressourcenverknappung.....	37
3.1.7	Energiewende	38
3.1.8	Nachhaltigkeit	39
3.1.9	Globalisierung	41
3.1.10	Vernetzung	42
3.1.11	Veränderte Logistik.....	44
3.1.12	Neuartige Mobilitätsformen.....	46
3.1.13	Innovative Arbeitsplatzkonzepte.....	48

3.1.14	Innovative Produktionstechnologien.....	50
3.1.15	Technologischer Fortschritt	51
3.1.16	Demografischer Wandel	52
3.1.17	Fachkräftemangel.....	55
3.1.18	Zwischenfazit.....	57
3.2	Systembeschreibung der urbanen Fabrik.....	58
3.2.1	Betrachtungsrichtungen der beteiligten Experten:innen.....	58
3.2.2	Identifikation der Betrachtungsebenen der urbanen Fabrik.....	59
3.2.3	Zuordnung der Tätigkeitsfelder auf die Systemebenen.....	64
3.3	Literatur zu Kapitel 3	65
4.0	Hypothesen	69
4.1	Austauschbeziehungen von Fabriken im urbanen Kontext	69
4.2	Systemuntersuchungen	72
4.2.1	Interdisziplinärer Betrachtungsrahmen zur Ressourceneffizienz	73
4.2.2	Ökotope als Analogie für eine nachhaltige Wertschöpfung in Städten	77
4.2.3	Potenzieller Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung von Städten	84
4.2.4	Life cycle oriented industrial value creation in cities.....	88
4.3	Die Ressourcen der urbanen Fabrik	94
4.3.1	Energie.....	95
4.3.2	Stoffe.....	96
4.3.3	Mensch	99
4.3.4	Raum und Boden	100
4.3.5	Wissen	101
4.3.6	Recht und Kultur	102
4.3.7	Mobilität.....	103
4.3.8	Image und Gestalt.....	105
4.4	Zusammenfassung.....	106
4.5	Literatur zu Kapitel 4	107
Teil 1: Abbildungsverzeichnis.....		VII
Teil 1: Tabellenverzeichnis.....		IX

1.0 Fabriken im urbanen Kontext

Produktion und die Herstellung von Gütern ist vermutlich bereits seit der Entstehung der ersten Städte in vorgeschichtlicher Zeit ein integraler Teil des urbanen Raumes (Jacobs 1969). Über die historische Entwicklung von Stadt und Fabrik im Laufe Geschichte erfolgten unterschiedliche regionale und epochale Herangehensweisen. Dies führte zur mehrfach aufeinander folgenden Verbindung und Trennung dieser Systeme. Im Ergebnis dieser Entwicklungen finden sich heute viele Produktionsstätten in der Stadt, die ursprünglich nicht für den Betrieb in der unmittelbaren Nähe zu anderen städtischen Akteuren ausgelegt wurden. Die dabei entstehenden Herausforderungen verhindern oder erschweren die Nutzung von Potenzialen der Ressourceneffizienz und werden in diesem Kapitel als Ausgangssituation des Forschungsprojekts „Urban Factory – Entwicklung ressourceneffizienter Fabriken in der Stadt“ beschrieben.

1.1 Herausforderungen urbaner Fabriken

Städte sind mehr denn je in Bewegung. Im Zuge vielfältiger Wachstums- und Schrumpfungsprozesse wurden und werden in Deutschland Produktionsstätten an den Stadtrand, ins Ausland oder auf die grüne Wiese verdrängt. Den damit erhofften Vorteilen wie z.B. sinkenden Emissionskonflikten, zusätzlichen Flächen oder geringem städtischen Verkehrsaufkommen stehen erhöhter Pendlerverkehr, große Entfernungen zu Wissens- und Innovationsnetzwerken und der hohe Flächenverbrauch in ländlichen Regionen gegenüber. Unzählige Unternehmen kämpfen daher um den Erhalt erfolgreicher städtischer/stadtnaher Standorte oder ziehen eine Rückkehr in das urbane Umfeld in Betracht.

Moderne Fabriken lassen sich nur auf Basis höchster energetischer Ansprüche und geringster Emissionsbelastungen (Gerüche, Lärm, Schadstoffe) als positives Element in unsere Städte integrieren. Erste Ansätze in diese Richtung, vorrangig zur Energiebedarfssenkung, können und werden von den Fabriken und Städten bereits in Eigenregie eingebracht. Stärkere Bestrebungen erschöpfen sich zumeist in Insellösungen (sog. „grüne Fabriken“). Hierdurch wird jedoch kaum das tatsächlich vorhandene Potenzial ausgenutzt.

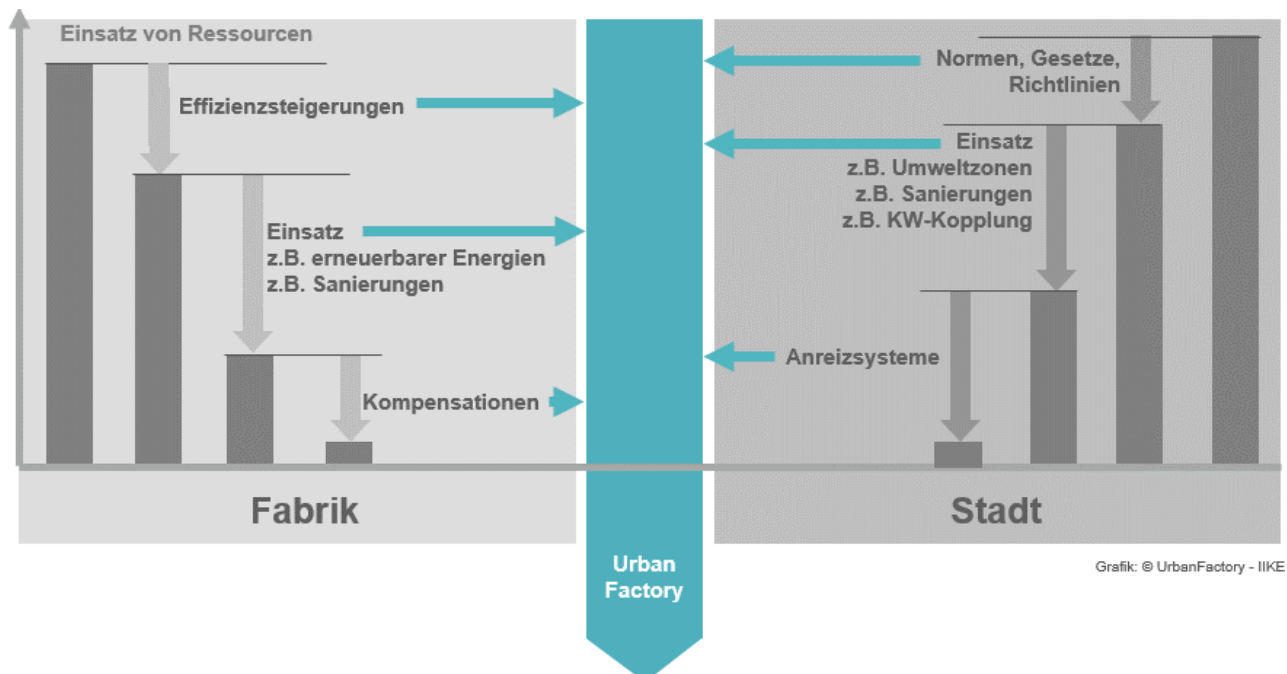


Abbildung 1.1-1: Austauschbeziehungen zwischen Fabrik und Stadt

Die „Urban Factory“ hat erkannt, dass das Gesamtpotenzial der Ressourceneffizienz nur von Fabrik und Stadt gemeinsam durch ihre **Vernetzung** gehoben werden kann. Fundamental dafür ist, dass Stadt und Industrie im Sinne positiver Stadtentwicklung und zukunftsfähiger Unternehmensgestaltung in einen konstruktiven Dialog treten. Das Forschungsvorhaben „Urban Factory – Entwicklung ressourceneffizienter Fabriken in der Stadt“ verbindet die Fachdisziplinen Industriebau, Produktion,

Städtebau, Logistik und Energiedesign unter Einbezug der Unternehmen, Kommunen, Versorgungsunternehmen und Bürger in das „**Forschungsnetzwerk Urbane Fabrik**“. Denn die klassischen Effizienzinitiativen, die hauptsächlich den elektrischen Strom als Maßgröße heranziehen, greifen im Kontext der Fabrik-Stadt-Symbiose zu kurz. Zentrales Alleinstellungsmerkmal gegenüber anderen Forschungsvorhaben ist daher die Ausweitung auf **Technologien und Maßnahmen**, die auch die Verbrauchssenkung von Ressourcen wie Boden, Energie oder Stoffen und die Betrachtung der Rolle der Stadtgesellschaft in Form von innovativen Planungsprozessen und Partizipationsverfahren zum Gegenstand haben. Der Verdrängung von Fabriken und damit der Abwanderung von Arbeitsplätzen, Innovationen, Steuereinnahmen und Produkten wird entgegengearbeitet und neue bzw. bestehende Fabriken werden für die Stadtgesellschaft erreichbar in unseren Städten angeordnet und gestärkt.

Angesichts der Vielfalt der Fabrik, die von der Manufaktur bis zur großangelegten Produktionsstätte oder von der Low-Cost- zur High-Tech-Branche reicht, ebenso wie der Diversität der Baugestaltung und -nutzung als Wohn-, Gewerbe-, Misch- oder Industriegebiet, ist eine Benennung allgemeingültiger Technologien und Werkzeuge zur Vernetzung von Fabrik und Stadt und damit letztlich zur Generierung von Ressourceneffizienz nicht sinnvoll. Stattdessen ist jede Produktionsstätte als Unikat zu betrachten. Das Forschungsprojekt verfolgt daher den Aufbau einer **Wissensplattform**, die eine strukturierte Fülle von Technologien und Werkzeugen bereitstellt. Hieraus kann eine abgestimmte Auswahl und Umsetzung gezielt auf die vorliegenden Anforderungen einer Fabrik-Stadt-Konstellation erfolgen. Die Wissenschaft sichert dadurch eine wirksame Implementierung; für die Fabrik und die Kommune eröffnet sich die Möglichkeit zur Mitentscheidung und Mitgestaltung.

Umsetzungsstärke gewinnt die Initiative sowohl durch die Effizienzsteigerung in Modellvorhaben als auch durch die offene Grundstruktur. Die Umsetzung ausgewählter Technologien und Werkzeuge als Pilotprojekte dient als Vorbild und Ansporn, um die Innovationskraft der Industrie sowie die Vielfältigkeit der Stadt zu erhalten und zu stärken. Die Zugänglichkeit zum Vorhaben ermöglicht es Interessenten, dem bestehenden Netzwerk beizutreten oder ein solches an anderer Stelle parallel zu entwickeln.

1.1.1 Industrieller Wandel – Produktionsbegriff

Der Produktionsbegriff ist vor dem Hintergrund des fortschreitenden technologischen Fortschritts einem stetigen Wandel unterworfen. Im Rahmen des Forschungsprojekts Urban Factory ist für die Publikation „Stadt Denken 3“ der *Deutschen Akademie für Städtebau und Landesplanung* der im Folgenden als Auszug wiedergegebene Beitrag zum Hintergrund der industriellen Produktion erstellt worden durch die Autoren Christoph Herrmann und Max Juraschek zur Veröffentlichung im Sommer 2019:

„Wenn wir heute von einem revolutionären Wandel der industriellen Produktion sprechen, ist es wichtig sich vor Augen zu führen, dass zum einen große Umbrüche auch in der Vergangenheit immer wieder stattgefunden und zum anderen diese Umbrüche rückblickend durch eine exponentielle Veränderung gekennzeichnet waren. So hat die Entwicklung neuer Technologien und Prinzipien beispielsweise neue Produktionsweisen ermöglicht. Dieser stetige Wandel ist als Kontext auch für zukünftige Entwicklungen wichtig, daher sind einige Produktionsweisen im Folgenden kurz chronologisch erläutert:

Bis zur einsetzenden Industrialisierung war im urbanen Raum die handwerkliche Produktion vorherrschend. Wichtige Eigenschaften waren eine große Produktvielfalt, wobei jedes Produkt in geringen Stückzahlen bezogen auf den tatsächlichen Bedarf meist nah am Kunden hergestellt wurde.

Ein wichtiger Übergang fand dann von der handwerklichen Produktion in die Massenproduktion statt. Dies wurde u.a. ermöglicht durch austauschbare Teile und Komponenten, die in großer Stückzahl hergestellt werden konnten. Es wurde eine Trennung von Arbeitsschritten eingeführt (vgl. „Taylorismus“) und Montagevorgänge standardisiert. Damit konnte die Produktivität gegenüber einer handwerklichen Produktion erheblich gesteigert werden. Gleichzeitig ging mit diesem Wandel eine drastisch sinkende Produktvielfalt einher. Mit dem Aufkommen der Massenproduktion wurden Produktionsanlagen und damit einhergehend Fabriken stetig größer und entwickelten sich teilweise zu eige-

nen, von der Umgebung mehr oder weniger abgeschlossenen Systemen. Durch die räumliche Konzentration der Fertigungsanlagen wurden auch die negativen Auswirkungen auf das Umfeld und die natürliche Umwelt deutlich sichtbar. Insbesondere auf Grund dieser negativen Auswirkungen wurde die Fabrik im Folgenden aus der Stadt verdrängt.

Eine nächste große Veränderung kann nach dem Zweiten Weltkrieg verortet werden. Ressourcen und auch Arbeitskräfte waren in Deutschland und anderen Ländern sehr limitiert. Dies änderte noch einmal ganz wesentlich das Produktionsverständnis und prägt es bis heute. Das daraus entstandene vorherrschende Paradigma ist „Lean Manufacturing“ („schlanke Produktion“). Die Ursprünge dafür liegen in Japan und werden häufig auf das Toyota-Produktionssystem zurückgeführt. Das hauptsächlichste Ziel ist die Vermeidung von Verschwendung – nicht im Sinne einer ganzheitlichen nachhaltigen Entwicklung, sondern vielmehr bezogen auf die Reduktion unnötiger Arbeitsabläufe und Nacharbeiten. Dieses Verständnis verbunden mit einer kontinuierlichen Verbesserung ist bis heute das dominierende Paradigma in fast allen großen und mittleren Unternehmen.

Um eine Differenzierung im Wettbewerb zu ermöglichen, etablierte sich – insbesondere ausgehend von der Automobilindustrie – das Konzept Mass-Customization. Ziel ist die Herstellung einer höheren Produktvielfalt ohne wesentliche Einschränkung der Produktivität. Produkte können zu einem gewissen Maße auf Kundenwünsche angepasst werden, beispielsweise durch die Wahl einer Farbe. Mass-Customization ist noch keine Individualisierung von Produkten, da die Produktvielfalt durch vorgegebene Alternativen bestimmt ist.“

Die dem Forschungsprojekt zu Grunde liegende Anwendung des Produktionsbegriffs fokussiert auf das Zusammenwirken von Fabrik und Stadt wurde ebenfalls in einer Veröffentlichung erörtert und in dem Sammelwerk „Aktuelle Ansätze zur Umsetzung der UN-Nachhaltigkeitsziele publiziert (Leal Filho 2019). Die Autoren des Artikels mit dem Titel „Die Handlungsfelder effektiver Stadtfabriken für die nachhaltige Entwicklung im urbanen Raum“ und des hier dargestellten Auszugs sind Max Juraschek, Lennart Büth und Christoph Herrmann (Juraschek, Büth, & Herrmann 2019):

„Die Produktion von Gütern ist ein wichtiger Bestandteil des Wirtschaftssystems vieler Länder. Im Jahr 2016 betrug der Anteil des produzierenden Gewerbes an der Bruttowertschöpfung aller Wirtschaftsbereiche in Deutschland ca. 30 % der Gesamtleistung (World Bank 2016). Die fortschreitende Digitalisierung von Produkten und Prozessen verändert vor allem Produktionssysteme und Geschäftsmodelle. Generative Fertigungsverfahren ermöglichen personalisierte Produkte, während kleine bzw. angepasste Maschinen eine wirtschaftliche Herstellung von Produkten ohne hohen Raum- bzw. Flächenbedarf erlauben (Vereinte Nationen 2019). Urbane Gebiete werden auf Grund der hohen Dichte und Nähe zu potenziellen Kunden zum wichtigsten Standort für Wertschöpfung. Dazu trägt auch die Konzentration von Wissen und Kreativität, Arbeitskräften und Infrastruktur bei. Produktionsstätten im urbanen Raum sind jedoch häufig mit negativen Assoziationen belegt und werden oftmals als Störfaktor wahrgenommen. Beispiele hierfür sind Lärm- und Schadstoffemissionen oder optische Beeinträchtigungen. Für 90 % der weltweiten StadtbewohnerInnen war im Jahr 2014 die Luftqualität bezogen auf Feinstaubpartikel schlechter als durch den von der Weltgesundheitsorganisation vorgegebenen Grenzwert. Dafür ist die Produktion von Gütern neben den Sektoren Verkehr und Wohnen ein maßgeblicher Grund.

Demgegenüber können Städte von Gütern und Dienstleistungen aus einer Fabrik und natürlich von dem Angebot an Arbeitsplätzen profitieren. Ein urbaner Produktionsstandort kann ein attraktiver Arbeitsort sein, der in geringer Entfernung nur kurze Arbeitswege verlangt und so zu einer besseren Vereinbarkeit von Beruf und Familie führt. Es bietet sich weiterhin die Möglichkeit, Güter für den lokalen Markt herzustellen. Eine kundennahe Produktion schafft nicht nur Voraussetzungen für die Erfüllung spezifischer Kundenwünsche, sondern auch für die Herstellung personalisierter Produkte. Verstärkt werden diese Vorteile durch technologische Innovationen. Moderne Werkzeugmaschinen werden auch im Hinblick auf Energie- und Ressourceneffizienz entwickelt. In Fabriken werden neue Technologien etabliert, wie die additive Fertigung, die mittlerweile den Bereich der reinen Prototypenherstellung verlassen hat. Im Zeitraum 2000 bis 2014 hat im Fertigungssektor der CO₂-Ausstoß je Wertschöpfungseinheit in vielen Regionen der Welt und besonders in den in der Verarbeitungsindustrie führenden Ländern stetig abgenommen (Vereinte Nationen 2017). Unternehmen verstehen sich zunehmend nicht nur als Hersteller eines physischen Produktes, sondern als Anbieter von Produkt-Service-Systemen.

Die Wirkung von Stadt auf Fabrik bzw. Fabrik auf Stadt wird durch die räumliche und funktionale Ausgestaltung der Schnittstelle zwischen Stadt und Fabrik bestimmt. Werden Stadt und Fabrik jeweils als Systeme verstanden, so werden unterschiedliche Eingangsflüsse, wie zum Beispiel Energie oder Rohstoffe, durch innere Prozesse in Ausgangsflüsse, wie zum Beispiel Produkte oder Abfallstoffe, umgewandelt. Neben den unmittelbar an der Schnittstelle wirkenden Interaktionen manifestieren sich andere Austauschbeziehungen zwischen Stadt und Fabrik auch über ein größeres Gebiet verteilt. Es können symbiotische Verbindungen von Stoff- und Energieströmen zwischen städtischen Funktionen wie Wohnen, Erholung oder Handel und urbanen Fabriken gefunden werden. Ein häufig zu findendes Beispiel hierfür ist der Austausch von thermischer Energie durch die Kopplung von Wohngebäuden und Produktionssystemen mit einem Nahwärmenetz. Die Betrachtung der Rolle und Wahrnehmung von Fabriken in Städten als Element oder Baustein der urbanen Struktur bedeutet insbesondere, die Schnittstellen und gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen Stadt, BürgerInnen und Fabriken einschließlich ihrer MitarbeiterInnen und hergestellten Produkte zu untersuchen.

Diese Zusammenhänge zu verstehen ist Voraussetzung für die Entwicklung neuer Konzepte (z. B. urbaner Kreislaufwirtschaftssysteme) und Technologien für eine ökologisch, ökonomisch und sozial vorteilhaftere Wertschöpfung im urbanen Raum.“

1.1.2 Urbaner Raum

Als urbaner Raum werden multifunktionale Siedlungsbereiche mit ergänzenden Nutzungen zur Produktion in unmittelbarer räumlicher Nähe zueinander verstanden. Dies bedeutet, dass urbane Räume im Sinne des Forschungsprojekts Urban Factory aus Siedlungsbereichen bestehen, in denen neben der Produktion weitere Funktionen und Nutzungen wie Wohnen, soziale Infrastruktur oder Handel zu finden sind. Daher wird in diesem Projekt kein isoliert gelegenes, reines Gewerbegebiet betrachtet, sondern der Fokus auf sich berührende, im Austausch stehende Systeme gelegt.

Die spezifische Urbanität dieser multifunktionalen Siedlungsbereiche wird nicht absolut zwischen urban und nicht urban gesetzt, da Urbanität ein komplexer Begriff mit verschiedenen Dimensionen ist. Auch kleinere Siedlungseinheiten können für die Produktion bedeutsame urbane Funktionen aufweisen. Daher wird Urbanität in diesem Projekt in Abstufungen und verschiedenen Qualitäten betrachtet. Der urbane Raum ist ein offenes System, in dem die Elemente des urbanen Systems vorhanden sind. Die Elemente des urbanen Systems (in Hinblick auf urbane Produktion) leiten sich aus Ressourcen der urbanen Produktion ab. Aus der Intensität der urbanen Elemente (Ressourcen) leiten sich die (Ressourcen-)Effizienzpotenziale im urbanen Raum ab.

1.1.3 Verkehr - Logistik

Verkehr und Logistik ermöglichen die räumliche Transformation materieller Objekte mittels Bewegung. Personen- und Güterverkehr sind Auswirkungen realisierter Mobilität, die aus Bedürfnissen zur Ortsveränderung resultieren. Somit sind Verkehre kein Selbstzweck, sodass eine Vermeidung und Reduzierung von Verkehren grundsätzlich angestrebt werden sollte.

Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund der negativen Auswirkungen des Verkehrs auf die Umwelt. So verlangt der Beschluss der UN-Klimakonferenz aus dem Dezember 2015 in Paris die Eindämmung der globalen Erwärmung von deutlich unter 2° Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau (United Nations 2015). Dieses ist bis dato das aktuellste Ziel in einer Reihe von internationalen, europaweiten und nationalen Klimaschutzzielen. Nach dem Kyoto-Protokoll (Deutscher Bundestag 2002), das bis 2012 eine Reduktion der Treibhausgase von 8% gegenüber 1990 vorsah, bestimmen derzeit die sog. 20-20-20-Ziele die Bestrebungen zur Reduktion klimaschädlicher Emissionen in Deutschland und Europa. Aktuell scheint die Erreichung der 20-20-20-Ziele – Minderung der Treibhausgasemissionen um 20%, Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien auf 20%, Verbesserung der Energieeffizienz um 20% – bis 2020 (Basisjahr 1990) erreichbar (Europäische Kommission 2014). Darauf aufbauend verfolgt die EU im Rahmen des Energiefahrplans 2050 (Europäische Kommission 2011) bis 2030 40% und bis 2050 80% Emissionsverringerungen zu erreichen (ebenfalls zum Basisjahr 1990).

Das Kyoto-Protokoll mit den 20-20-20-Zielen und der Energiefahrplan 2050 beinhalten allesamt die Reduktion von Emissionen im Bereich Verkehr (Deutscher Bundestag 2002, Europäische Kommission 2014) und nehmen so den Verkehrssektor mit in die Verantwortung zur Erreichung der Klimaschutzziele. Der Beitrag des Verkehrssektors ist bis jetzt jedoch überschaubar. Zwar sank der spezifische Energieverbrauch pro Tonnenkilometer von 2003 bis 2013 über alle Verkehrsträger um knapp 10% (Umweltbundesamt 2014), die Verkehrsleistung wuchs im selben Zeitraum allerdings um gut 11% (Statistisches Bundesamt 2016, 2007). Dies führt wiederum dazu, dass die vom Verkehr verursachten CO₂-Emissionen stagnieren (Dehmer 2016). Dem Ziel der Entkopplung von Emissionen und Verkehrsleistungswachstum scheint der Verkehrssektor derzeit nicht gerecht werden zu können (Thomes 2013).

Die negativen Auswirkungen des Verkehrs werden insbesondere in Städten deutlich. 1994 lebten in Deutschland 73% der Bevölkerung in Städten 2014 bereits 80% (The World Bank Group 2016, United Nations 2015). Dieser Trend wird sich, zumindest bis 2030, trotz eines Bevölkerungsrückgangs fortsetzen (Borstel 2015). Neben den Konzentrationstendenzen der Bevölkerung lassen sich diese, auch aufgrund des Bevölkerungswachstums, ebenfalls für ökonomische Aktivitäten ausmachen. Städte versprechen Arbeitsplätze und höhere Einkommen, was wiederum die Kaufkraft der Stadtbewohner erhöht (Maretzke 2014). Viele Städte verzeichnen wachsenden Mittelstand und Mittelschicht (Lehmacher 2015). Diese Wirtschaftskraft von Städten zieht die Nachfrage nach Waren und Dienstleistungen nach sich: Der Bedarf an Personen und Gütermobilität wächst. Aus logistischer Perspektive sind hier, neben gewerblichen Akteuren, die zunehmenden E-Commerce-Aktivitäten der Privathaushalte zu nennen. 2014 hat der B2C E-Commerce einen Umsatz von 71,2 Mrd. Euro (+12,3 % gegenüber 2013) erwirtschaftet, was Ausgaben 1.468 € pro Online-Shopper entspricht (Ecommerce Europe 2015). Der E-Commerce ist dabei Treiber für kleinteiligere Sendungen und Belieferungen, die dabei in höherer Frequenz durchgeführt werden.

Aber nicht nur das Konsumverhalten der Privathaushalte, auch Einzelhandel und Industrie stützen diese Entwicklung. Güterstruktureffekt, bedarfsgerechte Zustellung, die Ersetzung von Lagerhaltung, Just-In-Time Anlieferungen oder Supply Chain 4.0 (vgl. dazu z. B. Voß 2015) sind Schlagworte, die die geänderten Strukturen und Prozesse in Beschaffung und Distribution beschreiben. Dass dieser Trend zu immer flexibleren und kleinteiligeren Transporten zum Stillstand kommt, darf vor dem Hintergrund der vierten industriellen Revolution bezweifelt werden.

Allerdings bietet das urbane Umfeld gerade deshalb einen sinnvollen Rahmen, Verkehre bzw. Verkehrserzeugung systematisch zu analysieren und die Vorteile der hohen Personen- und Infrastrukturdichte sowie Güternachfrage für eine effiziente Leistungserbringung zu nutzen. Die Problemlösungen im Bereich Verkehr und Mobilität sind im Einzelfall für jede Stadt, jedes Quartier bzw. jeden Produktionsstandort zu untersuchen und festzulegen. Dennoch wird das die Verkehrsabwicklung im urbanen Raum durch einige grundlegende Rahmenbedingungen bestimmt. Wie diese zum Vorteil genutzt werden können, soll im Folgenden am Beispiel der Elektromobilität gezeigt werden.

Wachsendes Sendungsaufkommen bei kleinteiligeren Sendungen und höherer Belieferungsfrequenz bedingen zunehmend größere Flotten kleiner bis mittelgroßer Fahrzeuge, die in ihrer Einsatzcharakteristik Pkw ähneln. Die gefahrenen Touren hingegen werden kürzer. Bei Kurier-, Express- und Paketdienstleister (KEP), die zum überwiegenden Teil den Transport von B2B und B2C Sendungen abwickeln, beläuft sich die durchschnittliche Länge einer städtischen Zustelltour auf ca. 55 km (Bogdanksi 2015). So sind die Fahrprofile, aufgrund der Tourenplanung, besser auf die geringere Reichweite von E-Fahrzeugen anzupassen. Zudem kann durch das häufige Abbremsen und Halten elektrische Energie rekuperiert werden. Zur Einsatzcharakteristik von Transportfahrzeugen im städtischen Wirtschaftsverkehr zählt zudem, dass diese in der Regel Rundfahrten unternehmen und nach diesen zum Betriebsstandort zurückkehren, wo sie in den nächtlichen Einsatzpausen geladen werden können. Die Bereitstellung einer „flächendeckenden“ Ladeinfrastruktur ist so zunächst nicht nötig. Dennoch sind E-Fahrzeuge in der Anschaffung teurer als herkömmliche Fahrzeuge, versprechen allerdings einen Kostenvorteil bei den Betriebskosten (Hackmann, Pyschny & Stanek 2014). Aufgrund der hohen elektrischen Fahranteile im städtischen Wirtschaftsverkehr und der hohen Fahrleistung – 16.500 km pro Jahr bei 300 Einsatztagen und 55 km pro Tag - können E-Fahrzeuge hinsichtlich der Gesamtbetriebskosten mit herkömmlichen Fahrzeugen konkurrieren (McKinsey & Company 2011).

1.1.4 Energiedesign - Umweltqualität

Eingesetzte Energieträger haben einen wesentlichen Einfluss auf die Umwelt und deren Qualität, tragen auf der anderen Seite zum Wohlstand und persönlichen Wohlempfinden bei, produzieren Güter, legen die Grundsteine unserer modernen Gesellschaft und schaffen Arbeitsplätze. Um dieses zu erreichen, um Güter und Dienstleistungen zu erzeugen, benötigen sie Ressourcen. Oft vernachlässigt wird, dass bei diesem Umwandlungsprozesse ebenfalls Ressourcen, in diesem Fall Energieressourcen, als Produkt zur Verfügung stehen. Dieses geschieht z.B. in Form von Abwärme, Dampf, Kälte, Energieträger oder kinetische Energie. Auf der anderen Seite stehen die Verbraucher, die Stadt, die in ihrem urbanen Kontext diese Energieformen benötigen und auch erzeugen, paradoxerweise oftmals ohne die Möglichkeiten der Fabriken zu nutzen.

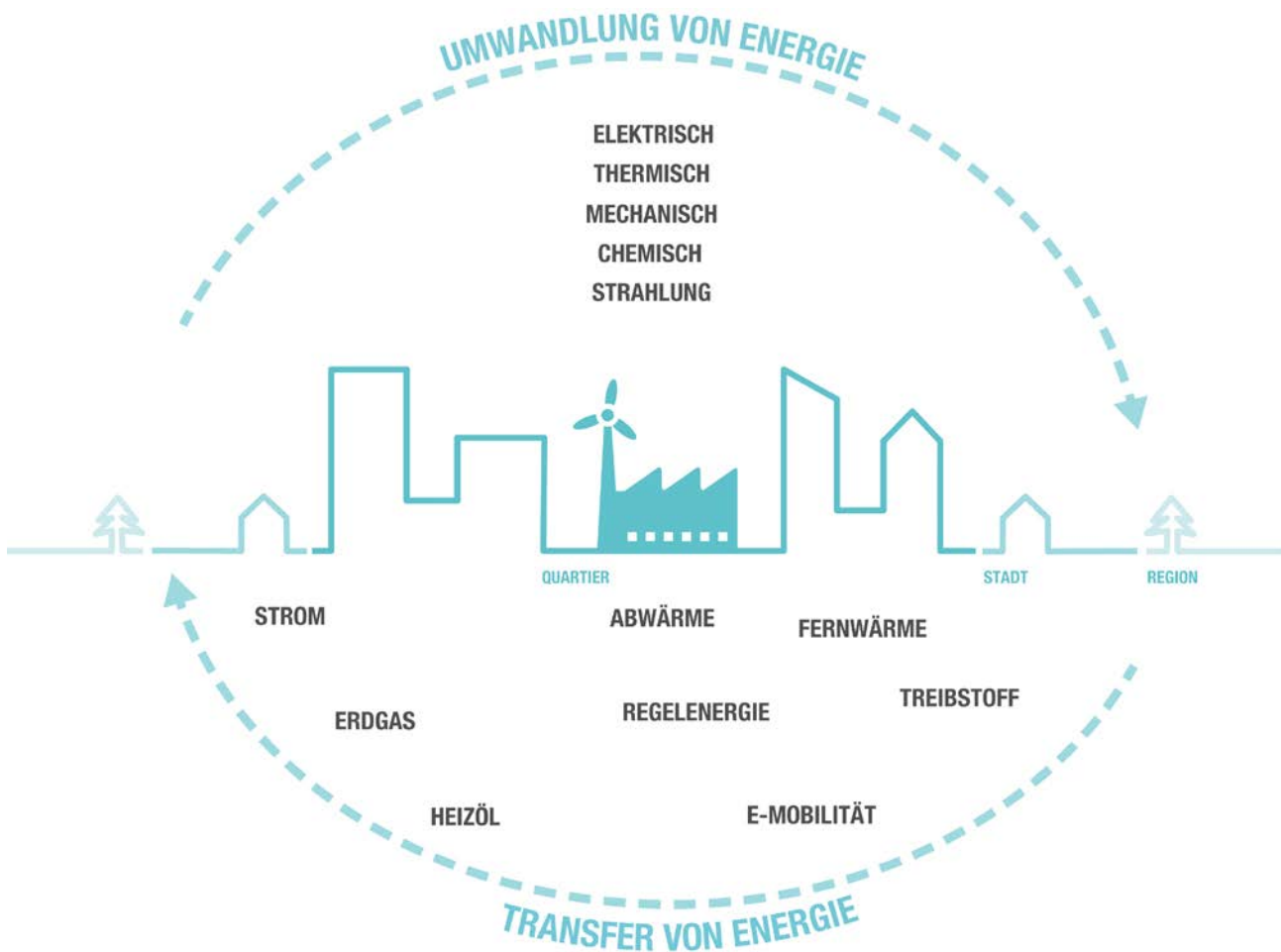


Abbildung 1.1-2: Umwandlung und Transfer von Energie im Fabrik-Stadt-System

In Abbildung 1.1-2 ist diese Denkweise vereinfacht dargestellt. Energiequellen sind dabei fossile- und regenerative Energieträger, sowie Kernenergie (Primärenergie). Genutzt wird die Primärenergie indem sie durch einen Umwandlungsprozess in Sekundärenergie gewandelt wird. Diese wird dann verbraucht. Bei diesem Verbrauchsvorgang entsteht wiederum nutzbare Energie, häufig wird sie jedoch nicht genutzt. Die Bestrebungen der letzten Jahrzehnte zielen darauf, weniger fossile Energieträger, hin zu regenerativen Energieträgern zu verwenden.

Die Energiewende ist als Begriff insbesondere nach der Atommeiler-Katastrophe in Fukushima von der damaligen Bundesregierung geprägt worden. Doch auch schon vorher wurde seit der Jahrtausendwende immer prägnanter die Umstrukturierung der Energieversorgung in Deutschland forciert (vgl. BMVI 2019).

Zu diesem Zweck wurde bspw. im Jahr 2000 das Erneuerbare-Energien-Gesetz ratifiziert (vgl. EEG). Zwei Jahre später folgte die Ratifizierung der Energieeinsparverordnung, des Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetzes (vgl. KWKG) sowie der Ratifizierung der Novellierung des Atomgesetzes (vgl. AtG). Dieses Bündel an Gesetzen und Verordnungen soll den Klimaschutz, primär durch CO₂-Einsparung, sicherstellen. Die Novellierung des Atomgesetzes sicherte die Entscheidung der damaligen Bundesregierung, einerseits keine weiteren Atommeiler zu bauen und andererseits die bestehenden Meiler mit einer beschränkten Laufzeit zu belegen.

In den darauffolgenden neun Jahren verlor die grundlegende Umstrukturierung der Energieversorgung, auch durch politische Wechsel bedingt, an Euphorie. Ganz gegensätzlich hat die folgende Bundesregierung im Jahr 2010 das Atomgesetz wiederum hinsichtlich längerer Laufzeiten für bestehende Atommeiler novelliert (vgl. BMWi, BMU 2010). Doch die Atommeiler-Katastrophe in Fukushima im Jahr 2011 sorgte für ein grundsätzliches Umdenken und so wurde noch im selben Jahr das Atomgesetz abermals novelliert und der sog. Atomausstieg ratifiziert. Darüber hinaus wurden bspw. auch das Baugesetzbuch sowie die damit verbundenen Gesetze und Verordnungen, hinsichtlich einer klimagerechten Planungspolitik umfassend novelliert.

Im Oktober des Jahres 2014 beschloss der Europäische Rat einen selbstverpflichtenden Klima- und Energierahmen. Dieser Rahmen stellt für die EU-Mitgliedsstaaten ein Paket facettenreicher Ziele, Pflichten, Richtlinien etc. dar, die es bis zum Jahr 2030 einzuhalten und zu erreichen gilt.

Um die politisch ratifizierten Klima-Ziele zu erreichen und um die mit der Umsetzung der Energiewende einhergehenden finanziellen Mehrkosten abzumildern hat die Bundesregierung immer wieder die Energieforschungsprogramme novelliert. Insbesondere die beiden Programme fünf und sechs spielten dabei eine zentrale Rolle. Im Kontext dieser beiden Programme wurde auch das BMWi-Förderprogramm „EnEff:Stadt“ entwickelt (vgl. BMWi 2015).

Sektor	Jahr 1990	Jahr 2014	Jahr 2016	Jahr 2018
Industrie	2.977	2.508 ↓	2.581 ↑	2.700 ↑
Verkehr	2.379	2.629 ↑	2.696 ↑	2.754 ↑
Haushalte	2.367	2.212 ↓	2.394 ↑	2.430
Gewerbe, Handel, Dienstleistung	1.749	1.298 ↓	1.480 ↑	1.444 ↓
Summe	9.472	8.648 ↓	9.151 ↑	9.328 ↑

Tabelle 1.1-1: Endenergieverbrauch 1990 bis 2017 (in Petajoul) (BMWi 2016; BMWi 2018)

Tabelle 1.1-1 kann entnommen werden, dass von 1990 bis 2014 der Energieverbrauch in Deutschland rückläufig gewesen ist, seit 2014 jedoch stetig ansteigt und aktuell fast das Niveau von 1990 erreicht hat.

1.1.5 Industriebau

Als bedeutender Teil der deutschen Wirtschaft stehen Unternehmen auch in Bezug auf ihren Gebäudebestand bzw. ihre Absicht neue Bauten zu errichten vor vielfältigen Herausforderungen sowohl in der Planungs- als auch Bau- und Betriebsphase. Diese wurden im Verlauf des Forschungsvorhabens intensiv im Projektteam diskutiert und unter folgenden hochgradig miteinander vernetzten und sich stetig verändernden Aspekten geordnet.

Individualisierung (Unikat vs. Typologie): *„Industriebauten sind Gebäude oder Gebäudeteile im Bereich der Industrie und des Gewerbes, die der Produktion (Herstellung, Behandlung, Verwertung, Verteilung) oder Lagerung von Produkten oder Gütern dienen“* (IndBauR 2000). Aufgrund der individuellen Prägung durch die verschiedenen Funktionsabläufe ist es im Industriebau *„bei weitem schwieriger [Typologien abzustecken] als in sich ähnelnden, repetitiven Elementen, etwa dem Bürobau oder dem Schulbau“* (Kopp, Rott, & Rozyński 2003). Angesichts der Vielfalt der unzähligen Fabriken, die von kleinen Manufakturen bis zu großangelegten Produktionsstätten reichen, ebenso wie der Diversität der konkreten Gestaltung in der Nähe von Wohngebieten, auf der „grünen Wiese“ oder als auch als Teil von Gewerbe-, Misch- oder Industriegebieten, kann eine standardisierte Betrachtung der Objekte nicht vorgenommen werden.

Flexibilisierung: Industriebauten verändern sich im Vergleich zu z.B. Wohn- oder Bürobauten in immer kürzeren Abständen. Dies ist zum Teil auf immer kürzere Produktionszyklen, aber auch der notwendigen Anpassung auf neue technische Möglichkeiten (Bau und Produktion) zurück zu führen. So setzen viele Unternehmen auf immer kurzfristiger zu nutzende Industriebauten bzw. erwarten eine höhere Anpassungsfähigkeit der Strukturen. Nutzungszyklen von fünf bis zehn Jahren sind oftmals keine Seltenheit mehr. Kann ein Gebäude auf Veränderungen nicht reagieren, werden entweder neue Standorte gesucht und alte Strukturen veräußert, oder sie werden nachgenutzt, stehen leer oder werden abgerissen um Platz für Ersatzneubauten zu machen. Dabei kommt es zu der Verschwendung wertvoller Ressourcen (u.a. Baustoffe, Energie und Wasser). Eine weitere Konsequenz ist der Griff zu modularen Bausystemen. Diese können vorgefertigt werden, kommen schnell zum Einsatz und erhöhen zugleich die Umbaufähigkeit, aber gleichzeitig auch die ästhetische Gleichförmigkeit der Bauwerke (Sigmund et. al 2016). Die Quartiere stehen vor der Hausaufgabe diese Dynamik zu erkennen und entsprechend zu reagieren.

Standort urbanes Umfeld: Der hohe Druck stetiger Veränderung ist besonders bei urbanen Standorten auch im Planungs- und Erstellungsprozess ablesbar. Kaum noch nehmen sich Unternehmen Zeit für stabil abgesicherte, langfristige Planung und drängen auf schnelle Lösungen ohne Einbeziehung des urbanen Umfeldes. Dabei wirken komplexe Zusammenhänge wie baurechtliche Rahmenbedingungen, Emissionen etc. auf vielfältige Weise auf Nachbarschaften, Planungs- und Bauzeiten oder notwendige Baustellenlogistik. Zusätzlich sind bestehende Standorte aus planungs- und genehmigungsrechtlichen Gründen häufig in ihrer Möglichkeit zur Veränderung, sei es wachsen oder schrumpfen, eingeschränkt.

Bauwerksqualität: Auf Basis der beschriebenen, immer kürzer werdenden Produktions- bzw. Nutzungszyklen besteht eine weitere Herausforderung darin, die besonders im urbanen Umfeld erforderliche Bauwerksqualität (innen I außen) zu sichern. Setzen Unternehmen auf kurze Gebäudelebenszeiten fällt ihnen die Investition in hochwertige, ressourceneffiziente Strukturen schwer. Die städtebauliche Setzung wird im Sinne der angestrebten kurzen Gebäudelebenszeiten kaum langfristig planbar. Die Reaktionsfähigkeiten anderer Gebäude im direkten Umfeld der Fabriken wird in Bezug auf Gestaltung, Gebäudemassen, Stadtplanung etc. vermehrt eingeschränkt. Auch führen die zur Effizienz beitragenden, neuartigen technischen Möglichkeiten wie z.B. Lüftungsanlagen, Verschattungselemente, Solarelemente etc. zu veränderten Fassadenstrukturen mit Auswirkungen auf das Umfeld der Fabrik. Die Bauwerksqualität der Fabriken hat weitreichenden Einfluss auf die Identität und das Image der einzelnen Unternehmen. Zunehmend werden diese Potenziale erkannt und vermehrt ausgeschöpft (Schröder & Till 2015).

Digitalisierung: Die gesamte Wertschöpfungskette von Planung über Bau bis Betrieb von Industriebauten ist wie viele Lebensbereiche seit Jahren durch eine verstärkte Digitalisierung gekennzeichnet. Effizienzsteigerung werden nicht nur durch den Austausch bisheriger Arbeitsweisen, sondern auch durch die Entwicklung und Optimierung neuer Technologien erzielt. Stärkere Mobilfunknetzte

(5G, optische Glasfasernetze) erlauben eine immer unmittelbarere und hochgradig vernetzte Kommunikation der Akteure. Auch der Kontakt zwischen Handelnden im Bauwesen und Materialien bzw. Maschinen erlauben völlig neuartige Veränderungen aller Prozessketten. Virtuelle Planung im Zuge der Implementierung von Bauwerksinformationsmodellen (BIM) ermöglicht allen Akteuren systematisch über den gesamten Lebenszyklus (Idee bis Rückbau) Daten zu erfassen, diese lesbar zu machen (vernetzte Modelle, Zeichnungen, Datensammlungen, Einsatz von Drohnen etc.) und vielfältig anwendbar zu halten. Es eröffnen sich weitere Potenziale durch Anwendung von Werkzeugen des Virtual Reality (VR), 3D-Druck (z.B. Beton) oder auch intelligenten Bauelementen, die sich auf intelligente Weise veränderten Umgebungen anpassen (Pilling & André 2016).

Fragmentierung der Bauwirtschaft: Die hohe Anzahl an Unternehmen im Bauhaupt- und Ausbaugewerbe (ca. 14.500 im Jahr 2015) mit zusätzlich vielen Kleinunternehmen mit weniger als 20 Mitarbeitenden führen zu vielen Reibungsverlusten in Bereichen wie Kommunikation, fairer Wettbewerb und der einheitlichen Anwendung von Technologien in allen Lebenszyklusphasen.

Ökologische Faktoren: Kaum eine andere Branche in Deutschland verbraucht so viele Ressourcen (Baustoffe, Raum & Boden, Wasser, Energie etc.) und produziert so viel Müll wie der Bausektor. Entscheidungen im Sinne ökologischer Anforderungen durchziehen alle Lebensphasen eines Bauwerkes - von der Idee über Nutzung / Umnutzung bis Rückbau der Gebäudestrukturen. Besonders hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang die Auswirkungen der bereits bei Erstellungsbeginn zu planenden Erneuerungszyklen der einzelnen Bauteile. Diese Mechanismen sind besonders im Industriebau von zentraler Bedeutung. Immer kürzere Gebäudelebenszyklen von Produktionsstätten auf Basis immer kürzerer Produktlebenszyklen, personeller Veränderungen oder Änderungen der Betriebsabläufe erfordern ständige Anpassungen der Anlagen und ggf. der Gebäude / Standorte. Die stetige Erneuerung von Bauteilen bzw. Komponenten, das Wachsen bzw. Schrumpfen der Standorte oder die Anpassung der Bauten an neue gesetzliche Vorgaben steht oftmals im Kontrast zu immer komplexer konstruierten Bauteilen, Verarbeitungsmethoden oder Kosten. Die Synchronisation der Erneuerungszyklen gelingt selten und geht zu Lasten einer zusätzlichen Verschwendung von Ressourcen.

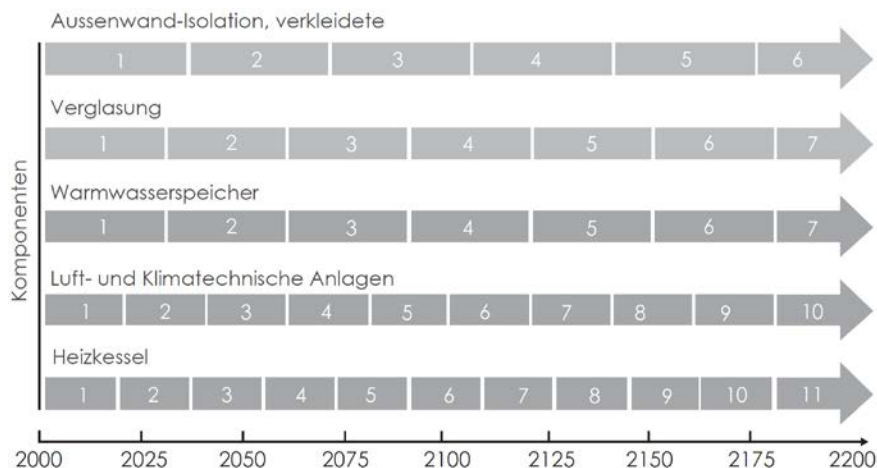


Abbildung 1.1-3: Lebensdauer unterschiedlicher Komponenten eines Bauwerks (Plagaro et al. 2008)

Ökonomische Faktoren: Industriebetriebe erwirtschaften mehr als ein Viertel der Wirtschaftsleistung in Deutschland (2011: 26,2 %). Sie stellen damit ca. 7,1 Millionen Arbeitsplätze (+ Arbeitsplätze der produktionsnahen Dienstleistung). Die ca. 3,6 Millionen Unternehmen in Deutschland bilden das wirtschaftliche Rückgrat der Städte und Gemeinden. Die Gebäudestrukturen dieser Unternehmen stellen einen wichtigen Faktor im Rahmen der Bewirtschaftung der Unternehmen dar. Wachsender Kostendruck lastet auf den Unternehmen und so gehen diese dazu über ihren Gebäudebestand verstärkt als Renditeobjekte zu erfassen und zu erbauen. Auswirkungen sind veränderte Ansprüche an die Lebenszeit, Qualität oder Nutzung der Gebäude. Selbst der im Gegensatz zu vielen Großkonzernen langfristig denkende Mittelstand fordert auf Basis wachsender Zukunftsunsicherheit flexible Gebäudestrukturen, die sich innerhalb kurzer Zeitspannen erbauen und finanzieren lassen. Dem entgegen stehen die vorab erläuterte steigenden Komplexitätsgrad des Bauens in Deutschland.

1.1.6 Zusammenfassung

Die bereits in der Initiierungsphase des Forschungsprojektes erfolgte Betrachtung von spezifischen Herausforderungen der einzelnen Disziplinen verdeutlicht, dass Unternehmen mehr denn je vor einer kaum zu überblickenden Zahl von Herausforderungen stehen.

Flächenverfügbarkeit / Preis	Arbeitskräfteangebot	Metropolitanität / Urbanität
Einbindung in Wertschöpfungsketten / Netzwerke		Kapitalverfügbarkeit
Umweltqualität	Nähe zu regionalen Absatzmärkten	Industrielle Basis Lohnniveau
	Produktlebenszyklus/Produktreife	Verkehrsinfrastruktur
Globalisierung / internationaler Wettbewerb		Förderprogramme / Rahmenprogramme
Engagement der Unternehmen	Wirtschaftsförderung	Innovationsfähigkeit
	Nähe zu Forschungseinrichtungen	Städtebauliche Qualität
Konjunktur / Strukturwandel	Image und Identität (Bewohnerbindung)	Fertigungsart und Automatisierungsgrad
Bildungs(möglichkeiten) / Wissen		Lage im Raum
		Normen, Gesetze, Verordnungen
Kultur- / Freizeitangebote	Bauwerksgestaltung etc.

Abbildung 1.1-4: Ausgewählte Einflussfaktoren und Handlungsfelder der Urban Factory

Unzählige dieser Faktoren sprechen für die Anordnung der Produktion in Städten. Es fehlt jedoch an vielen Stellen an geeigneten Methoden und Werkzeugen dies zielführend, mit höchstmöglicher Effizienz und im Konsens mit der Stadtgesellschaft umzusetzen.

Hier setzt das Forschungsprojekt Urban Factory an. Die Kooperation der Disziplinen Produktion, Stadtentwicklung, Verkehr/ Logistik, Energiedesign und Industriebau zielt auf die gemeinsame Erfassung der folgenden zentralen Forschungsfelder und auf die Beantwortung der in Kapitel 1.2.2 gestellten Forschungsfragen.

1.2 Eingrenzung der Forschungsthemen

1.2.1 Prämissen zur Erforschung der urbanen Fabrik

Um eine strukturierte Bearbeitung der zentralen Thesen zu ermöglichen, wurden durch das Forschungsteam (vgl. Kapitel 2.1) aufbauend auf den vorab formulierten Herausforderungen die folgenden Prämissen für die strukturierte Erforschung urbaner Fabriken gesetzt.

Zielgruppen: Interne und externe Akteure im Fabrik-Stadt-System

Das Forschungsvorhaben richtet sich sowohl an Personen(-gruppen) aus dem internen Umfeld der Fabrik als auch an externe Personen, die zentrales Interesse am urbanen Gefüge der Quartiere bzw. vielfältige die Möglichkeit der Einflussnahme zur Optimierung der Fabrik-Stadt-Systeme besitzen. Folgende Personengruppen (intern | extern) können beispielhaft genannt werden:

- Mitarbeitende der Fabrik (allgemein oder spezifischer Fachabteilungen)
- Management der Fabrik (am Standort oder übergeordnet)
- Anwohnende, Stadtgesellschaft, ansässige Vereine, Unternehmen im Quartier
- Stadt als Gebietskörperschaft, Stadtplanung, Stadtwerke, Energieversorger
- ÖPNV, Stadtplanung
- etc.

Die genaue Aufschlüsselung der beteiligten Akteure mit ihren spezifischen Interessen und Aufgaben innerhalb der urbanen Fabriken erfolgt im weiteren Verlauf der Untersuchung der einzelnen Pilotprojekte (vgl. Kap. 6: Empirische Untersuchungen).

Verortung der urbanen Fabriken: Standort Deutschland – Quartiere in urbanen Räumen

Zentral soll der sogenannte Quartiersgedanke zur Anwendung kommen. Dieser stellt einen klaren Bezug zu den realen Gegebenheiten in den Vordergrund der Untersuchung der einzelnen Pilotprojekte. Der urbane Raum im Sinne der urbanen Produktion ist dabei gekennzeichnet durch eine multifunktionale Nutzungsstruktur mit einer räumlichen Konzentration. Für das Verständnis der Eigenschaften und Wirkungen der urbanen Produktion müssen die Verbindung und Zusammensetzung der Strukturebenen des urbanen Raums verinnerlicht werden.

Definition urbane Fabrik: Urbane Fabriken im Sinne des Verbundprojekts sind Produktionsstätten von materiellen Gütern, die in einem multifunktionalen Siedlungsgebiet verortet sind, das komplementäre Nutzungen für die Produktion in unmittelbarer räumlicher Nähe zueinander ermöglicht. Das urbane Produktionssystem ist in die räumlichen und funktionalen Strukturebenen einer Stadt eingebettet und dabei mit diesen materiell und immateriell verbunden. Es besteht eine enge Verflechtung mit dem umgebenden Quartier.

Unternehmenstypus deutscher Mittelstand: Trotz der Diversität der unzähligen Fabriken in Deutschland sollen keine Einschränkungen in Bezug auf die einzelnen Branchen vorgenommen, sondern branchenübergreifende Schwerpunktthemen herausgearbeitet werden. Die Forschungsschritte fokussieren sich hierbei auf die Betrachtung der Problematiken, denen vornehmlich kleine und mittlere Unternehmen (KMU/Mittelstand¹) unterworfen sind, die in Deutschland bereits Standorte im urbanen Umfeld betreiben und an der Umsetzung der Forschungsergebnisse ein hohes Interesse signalisieren. Die Betrachtung von aktiven Fabriken erlaubt eine praxisnahe Untersuchung. Weltweit operierende Großkonzerne sind zwar ebenfalls oftmals aus unternehmenshistorischen Gründen in unseren Städten verortet, unterliegen in der Regel aber speziellen Planungsprozessen und Fragestellungen, die im Rahmen der Arbeit nicht explizit betrachtet werden.

Abbildung von Vielfalt: Die aktuellen Tendenzen der Stadtentwicklung, konkret in Bezug auf Industriestandorte im urbanen Kontext, lassen sich nicht pauschal abbilden. Zu komplex ist die Vielfalt der unterschiedlichen Standorte in Deutschland. Eine Annäherung zur Verdeutlichung dieser Vielfalt erscheint notwendig, um das Forschungsziel weiter eingrenzen zu können. Der „Prognos Zukunfts-atlas 2016“ vergleicht z.B. die Qualitäten der einzelnen Städte/Regionen in Deutschland in Bezug auf die Faktoren Dynamik, Stärke, Demographie, Arbeitsmarkt, Innovationen und Wohlstand.

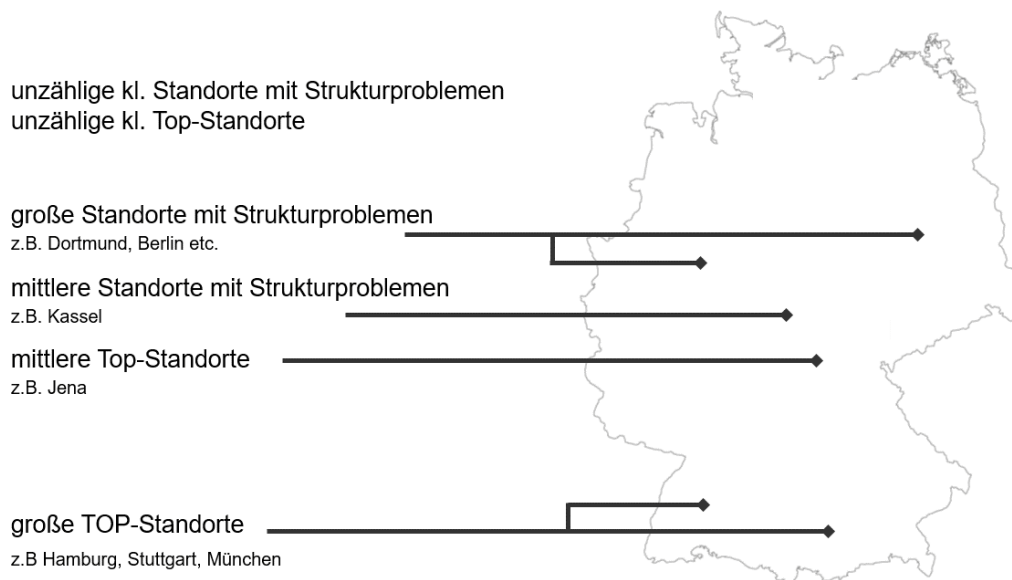


Abbildung 1.2-1: Vielfalt von Industriestandorten in Deutschland (vgl. Prognos Zukunfts-atlas 2016)

¹ „Die Größenklasse der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) setzt sich aus Unternehmen zusammen, die weniger als 250 Personen beschäftigen und die entweder einen Jahresumsatz von höchstens 50 Mio. EUR erzielen oder deren Jahresbilanzsumme sich auf höchstens 43 Mio. EUR beläuft.“ (Kommission der europäischen Gemeinschaften 2003)

Entscheiden sich Unternehmen für einen der vielen Standorte bleibt dennoch die konkrete Umsetzung der jeweiligen Fabriken vor allem in stadtnahen Quartieren ungeklärt. Betrachtet man vertieft einzelne Städte und die Positionierung von Fabriken, lassen sich weitere Aspekte der angesprochenen Vielfalt identifizieren.

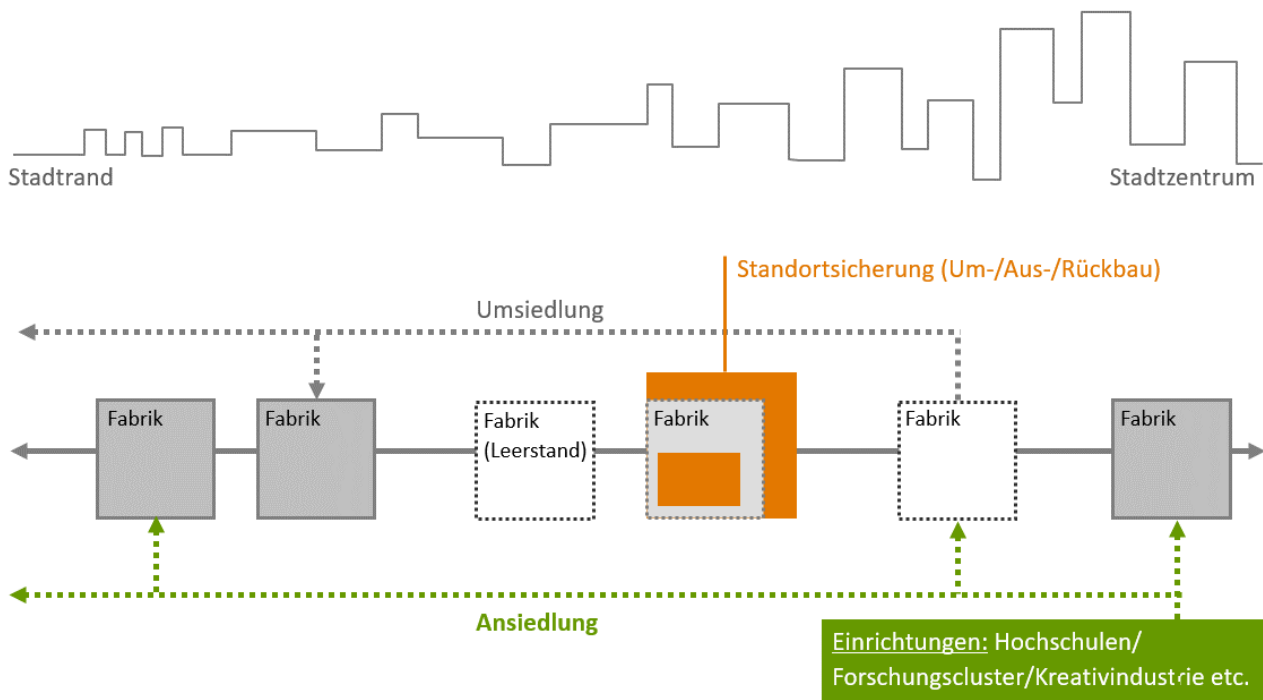


Abbildung 1.2-2: Vielfalt einzelner Fabriken in urbanen Räumen (© UrbanFactory)

Hier wird die Gleichzeitigkeit der einzelnen Modelle sichtbar. Es lassen sich u.a.

- aktive Fabriken unterschiedlichster Branchen,
- aktive Fabriken mit reger Um-/ Ausbau-/ Rückbautätigkeit,
- inaktive Fabriken mit nutzbarem Gebäudebestand,
- brachliegende Standorte (ohne Gebäudebestand, im Verfall etc.) oder
- bereits hochgradig vernetzte Fabriken (z.B. in Hochschulnähe etc.) identifizieren.

Die Auswahl der Pilotprojekte bzw. die Definition der zentralen Forschungsinhalte basiert auf Basis dieser zentralen Erkenntnisse der parallel bereits vielerorts bestehenden Fabrik-Stadt-Systeme.

Betrachtung von Bestandsfabriken: Neubauprojekte stehen im Rahmen dieser Arbeit nicht im Vordergrund der Betrachtung, da diese bereits auf Basis wachsender, hoher Anforderungen z.B. an Gebäude- oder Produktionstechnik oder Landschaftsschutz einen ressourcenschonenderen Ansatz verfolgen (müssen) und sich zusätzlich oftmals in langen Planungs- und Realisierungsphasen befinden, die den zeitlichen Rahmen des Verbundprojektes sprengen würden.

Die Untersuchung der Pilotprojekte konzentriert sich auf Bestandsfabriken, die bereits in bestehende Quartiere implementiert sind. So können tiefe Verwurzelungen im urbanen Umfeld analysiert, innovative Konzepte erarbeitet und höhere Effizienzpotenziale ausgewiesen werden. Eine spätere Übertragbarkeit der Ergebnisse auf Neubauprojekte ist selbstverständlich wünschenswert.

Rebound-Effekt durch Effizienzmaßnahmen: Erstmals bereits 1865 von Jevons als Paradox klassifiziert (Jevons 1866), beschreibt der Rebound-Effekt, dass eine effizientere Nutzung einer Ressource zur steigenden Nachfrage nach dieser führt. Dieses Verhalten wird darauf zurückgeführt, dass durch Effizienzsteigerungen die wirtschaftliche Nutzung attraktiver wird bzw. mehr Gewinn verspricht (Schmidt, Haubach, Preiß, Spieth, & Bauer 2018). Rebound-Effekte können zudem auf Seiten von Konsumenten entstehen, da diese eingesparte (monetäre) Ressourcen anderweitig verwendet werden, was wiederum andere (natürliche) Ressourcen benötigt.

Konformität zu geltenden rechtlichen Grundlagen: Die Erforschung zur Ressourceneffizienz urbaner Fabriken entlang der Betrachtung typischer Pilotprojekte erfolgt auf Basis der geltenden rechtlichen Grundlagen z.B. (Planungs-)Recht, Emissionsschutz etc. Derzeitige (rechtliche) Hemmnisse für eine Steigerung der Ressourceneffizienz werden berücksichtigt und erfahren z.B. bei der Betrachtung relevanter Rechtsgrundlagen bei Energieversorgung oder Teilen von Ressourcen besondere Beachtung.

Der Blick auf das „System Fabrik im urbanen Kontext“ soll zentral über die Integration von Fachwissen der fünf beteiligten Hochschuleinrichtungen erfolgen. Diese beschäftigen sich seit vielen Jahren mit den Forschungsfeldern Produktion, Stadtentwicklung, Logistik/Verkehr, Energiedesign und Industriebau und verfügen zusätzlich ihrerseits über ein großes Netzwerk weiterer Experten. Im Sinne einer maximalen Integration von Wissen wird die Einbindung dieser externen Experten systematisch betrieben (vgl. Kap. 5.2 und 6.2).

1.2.2 Forschungsfragen

Die Forschungsfragen für das Verbundprojekt wurden aufgestellt basierend auf der These, dass Fabriken im urbanen Raum durch Kooperation mit der umgebenden Stadt gemeinsame, zusätzliche Effizienzpotenziale erschließen und nutzen können. Hierfür ist eine grundlegende Untersuchung der Vernetzung von Stadt und Fabrik notwendig. Dies bedeutet einen (stadt-)gesellschaftlichen Paradigmenwechsel, der akteurs-, disziplin- und systemübergreifend wirkt. Es wurden vier übergeordnete Forschungsfragen aufgestellt:

1	Wie können die gegenseitigen Wechselwirkungen aufeinander der Systeme Stadt und Fabrik beschrieben, modelliert und bewertbar gemacht werden?
2	Welchen Einfluss übt die Gestaltung der Schnittstelle zwischen den Systemen Stadt und Fabrik auf die gegenseitigen Wirkungen aus?
3	In welchen Handlungsfeldern bestehen Potenziale für die Steigerung der Ressourceneffizienz urbaner Fabriken und welches Bezugssystem ist geeignet?
4	Wie können geeignete Methoden für die Steigerung der Ressourceneffizienz im Zusammenspiel von Stadt und Fabrik identifiziert oder erstellt werden?

Tabelle 1.2-1: Forschungsfragen des Vorhabens

Aus dem Verständnis der Einzelsysteme Stadt und Fabrik sowie deren bestehenden Schnittstellen soll im Forschungsvorhaben ein Gesamtsystemverständnis entwickelt und an ersten Modellstandorten erprobt werden.

1.3 Literatur zu Kapitel 1

- BMVI (2019): Zweiter Fortschrittsbericht zur Energiewende "Energie der Zukunft". Hg. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- BMWi; BMU (2010): Energiekonzept. für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Hg. v. BMWi und BMU. Online verfügbar unter https://www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/bundesregierung_energiekonzept_auszug.pdf
- BMWi (2015): Förderkonzept "Energieeffiziente Stadt". (Gebäude und Energieversorgung). im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung. Hg. v. BMWi. Online verfügbar unter http://www.eneff-stadt.info/fileadmin/media/Projektbilder/Statische_Seiten/Foerderkonzepte_Foerderschwerpunkte/Foerderkonzept_EnEff-Stadt_Stand-2015-01.pdf.
- BMWi (2016): Zahlen und Fakten Energiedaten. Nationale und internationale Entwicklung. letzte Aktualisierung: 05.04.2016. Hg. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Online verfügbar unter <http://bmwi.de/BMWi/Redaktion/Binaer/energie-daten-gesamt,property=blog,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.xls>
- BMWi (2018): Energieeffizienz in Zahlen: Entwicklungen und Trends in Deutschland 2018. Hg. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Online verfügbar unter https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienz-in-zahlen-2018.pdf?__blob=publicationFile&v=12
- Bogdanksi, Ralf (2015): Nachhaltige Stadtlogistik durch Kurier-, Express-, Paket-dienste. Eine Studie über die Möglichkeiten und notwendigen Rahmenbedingungen am Beispiel der Städte Nürnberg und Frankfurt am Main.
- Borstel, Stefan (2015): Das Land blutet aus, die Metropolen wachsen. In: Die Welt, 08.07.2015. Online verfügbar unter <http://www.welt.de/politik/deutschland/article143688562/Das-Land-blutet-aus-die-Metropolen-wachsen.html>, zuletzt geprüft am 18.05.2016.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2016): Maßnahmenkatalog. Ergebnis des Dialogprozesses zum Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung. Online verfügbar unter <http://www.klimaschutzplan2050.de/wp-content/uploads/2015/09/Massnahmenkatalog-3-1-final-Ergaenzungen-Anpassungen1.pdf>, zuletzt geprüft am 18.05.2016.
- Dehmer, Dagmar (2016): Umweltministerin sagt dem Verkehr den Kampf an. In: Der Tagesspiegel, 06.05.2016. Online verfügbar unter <http://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/klimaschutzplan-2050-umweltministerin-hendricks-sagt-dem-verkehr-den-kampf-an/13557830.html>, zuletzt geprüft am 18.05.2016.
- Deutscher Bundestag (2002): Gesetz zu dem Protokoll von Kyoto vom 11. Dezember 1997 zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klima-änderungen (Kyoto-Protokoll). KyotoProtG. In: Bundesgesetzblatt 2002.
- Ecommerce Europe (2015): Central Europe B2C E-commerce Report 2015. Facts, Figures, Infographics & Trends of 2014 and the 2015 Forecast of the Central European B2C E-commerce Market of Goods and Services. Light Version.
- Europäische Kommission (2011): Energiefahrplan 2050. Online verfügbar unter http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2009_2014/documents/com/com_com%282011%290885_/com_com%282011%290885_de.pdf, zuletzt geprüft am 17.05.2016.
- Europäische Kommission (2014): Ein Rahmen für die Klima- und Energiepolitik im Zeitraum 2020-2030. Online verfügbar unter <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2014:0015:FIN:DE:PDF>, zuletzt geprüft am 17.05.2016.
- FIZ Karlsruhe – Leibniz-Institut für Informationsinfrastruktur GmbH. (13. 06 2019). Latentwärmespeicherin Gebäuden. Von http://www.bine.info/fileadmin/content/Publikationen/Themen-Infos/I_2009/TI_0109_Internetx.pdf abgerufen
- Hackmann, Markus; Pyschny, Hermann; Stanek, Robert (2014): Total Cost of Ownership Analyse für Elektrofahrzeuge. Online verfügbar unter <http://www.electrive.net/wp-content/uploads/2015/03/P3-TCO-Analyse-Elektrofahrzeuge-2018.pdf>, zuletzt geprüft am 19.05.2016.
- IndBauR. (2000). Bauordnungsrecht der Länder: Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau. Industriebaurichtlinie.
- Jacobs, J. (1969). The Economy of Cities. New York: Random House.
- Jevons, W. S. (1866). The coal question: an inquiry concerning the progress of the nation, and the probable exhaustion of our coal-mines. London: Macmillan.
- Juraschek, M., Büth, L., & Herrmann, C. (2019). Die Handlungsfelder effektiver Stadtfabriken für die nachhaltige Entwicklung im urbanen Raum. In Aktuelle Ansätze zur Umsetzung der UN-Nachhaltigkeitsziele (S. 519–536). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin.
- Kaltschmitt, M., Streicher, W., & Wiese, A. (2014). Erneuerbare Energien – Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Berlin: Springer Verlag.
- Kampker, Achim; Deutschens, Christoph & Meckelnborg, Alexander (2013): Aktuelle Herausforderungen der Elektromobilität. In: Achim Kampker, Dirk Vallée und Armin Schnettler (Hg.): Elektromobilität. Grundlagen einer Zukunftstechnologie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 15–23.
- Kopp, A., Rott, H., & Rozynski, D. (2003). Typisch Industriebau. Industrial Building Typology. 932-937.
- Leal Filho, W. (2019). Aktuelle Ansätze zur Umsetzung der UN-Nachhaltigkeitsziele. Springer Spektrum.
- Lehmacher, Wolfgang (2015): Logistik im Zeichen der Urbanisierung. Versorgung von Stadt und Land im digitalen und mobilen Zeitalter. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden (essentials).
- Maretzke, Steffen (2014): Regionale Einkommensunterschiede. Online verfügbar unter http://www.hss.de/fileadmin/media/downloads/Berichte/140923_Maretzke.pdf, zuletzt geprüft am 19.05.2016.
- McKinsey & Company (2011): Boost! Transforming the powertrain value chain - a portfolio challenge (Advanced Industries Sector/Automotive & Assembly).
- Pilling, A. (2016) :BIM – Das digitale Miteinander, DIN/ Beuth-Verlag
- Plagaro Cowee, N.; Schwehr, P. (2008). Die Typologie der Flexibilität im Hochbau. Interact, Luzern
- RWE AG. (2019). RWE Firmenhomepage. Von Rohstoffe und Energieträger: <http://www.rwe.com/web/cms/de/1899414/rwe/ueber-rwe/speicherung/> abgerufen am 13. 06 2019
- Schmidt, M., Haubach, C., Preiß, M., Spieth, H., & Bauer, J. (2018). 100 Betriebe für Ressourceneffizienz – Band 2 – Praxisbeispiele und Erfolgsfaktoren. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Schnur, O. (2014). Quartiersforschung: Zwischen Theorie und Praxis. Berlin: Springer-Verlag.
- Schröder, Til (2015): Corporate Architecture: Identität durch Architektur, Deutscher Architektur Verlag

- Sigmund, Bettina (2016): Vermeidung, Verwertung, Wiederverwertung: Ressourceneffizienz bei Baustoffen, Fachzeitschrift DETAIL
- Statistisches Bundesamt (2007): Verkehr -Verkehr aktuell. Fachserie 8 Reihe 1.1. Unter Mitarbeit von Christine Metzner, Manfred Crezelius und Hans Joachim Greim. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2016): Verkehr -Verkehr aktuell. Fachserie 8 Reihe 1.1. Unter Mitarbeit von Christine Metzner, Manfred Sainisch und Reinemer. Wiesbaden.
- The World Bank Group (Hg.) (2016): Urban population (% of total). Online verfügbar unter <http://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?page=4>, zuletzt geprüft am 20.05.2016.
- Thomes, Paul (2013): Elektromobilität – Zukunftstechnologie oder Nischenprodukt? In: Achim Kampker, Dirk Vallée und Armin Schnettler (Hg.): Elektromobilität. Grundlagen einer Zukunftstechnologie. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, S. 6–15.
- Umweltbundesamt (2014): Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030 (TREMODO). Version 5.53. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/energieverbrauch-nach-verkehrstraegern>, zuletzt geprüft am 18.05.2016.
- United Nations (2015): Adoption of the Paris Agreement, vom FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1. Online verfügbar unter <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>, zuletzt geprüft am 17.05.2016.
- United Nations (2015): Demographic yearbook 2014 / annuaire demographique 2014. [S.l.]: United Nations Pubns.
- Vereinte Nationen. (2019). Ziele für nachhaltige Entwicklung. Von http://www.un.org/depts/german/millennium/SDG_Bericht_2017.pdf abgerufen am 13. 6 2019
- Voß, Peter H. (Hg.) (2015): Logistik - eine Industrie, die (sich) bewegt. Strategien und Lösungen entlang der Supply Chain 4.0. 1. Aufl. 2015. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Wietschel, Martin; Plötz, Patrick; Kühn, André & Gnann, Till (2014): Markthoch-laufszszenarien für Elektrofahrzeuge. Langfassung. Studie im Auftrag der acatech - Deutsche Akademie der Technikwissenschaften und der Arbeitsgruppe 7 der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE).
- World Bank. (2016). World databank: Manufacturing, value added (% of GDP). Von <http://data.worldbank.org/indicator/NV.IND.MANF.ZS> abgerufen am 18.06.2016

2.0 Forschungsdesign

2.1 Methoden

2.1.1 Mehrwert durch trans- und interdisziplinäre Zusammenarbeit

In der Ahnung, dass das Zusammenspiel von Stadt und Fabrik das Wissen und die Methodenkompetenz mehrerer Disziplinen verlangt, wurde das Forschungskonsortium von Urban Factory aus fünf Lehrstühlen unterschiedlicher Fakultäten zusammengesetzt. Die Kompetenzen in ihren Forschungsschwerpunkten bilden das Basiswissen für die Systembetrachtung von Stadt und Fabrik.

Industriebau Prof. Roth	► Das Institut für Industriebau und Konstruktives Entwerfen (IIKE) forscht im Bereich typologischer und konstruktiver Aspekte von Industrie- und Funktionsbauten und industrieller Bauweisen, material- und energieminimierende Neuerungen und Konstruktionen sowie planungs- und bauprozess-bestimmender Faktoren bei immer komplexer werdenden Anforderungsprofilen und Einflussfaktoren, denen die Industrie unterworfen ist.
Produktion Prof. Herrmann	► Der Bereich Nachhaltige Produktion und Life Cycle Engineering ist eingebettet in das Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF) und beschäftigt sich seit über 15 Jahren mit der Entwicklung und Anwendung von innovativen Methoden und Werkzeugen zur lebenszyklusgerechten Planung, Gestaltung und Steuerung von Produkten und deren Produktion.
Städtebau Prof'in. Reicher	► Das Fachgebiet Städtebau, Stadtgestaltung und Bauleitplanung beschäftigt sich in der Forschung mit aktuellen Fragestellungen der Stadtentwicklung, mit dem Wandel von Stadt und Landschaft und mit Umstrukturierungsprozessen ganzer Stadtquartiere und einzelner Standorte.
Logistik Prof. Clausen	► Das Institut für Transportlogistik (ITL) ist in einem breiten Spektrum verkehrslogistischer Fragestellungen tätig. Im Mittelpunkt der Forschung stehen logistische Anlagen sowie Industrieanlagen mit den angebundenen Transportketten. Diese Transportketten werden ganzheitlich aus verschiedenen Perspektiven beleuchtet und optimiert. Ein Schwerpunkt der Betrachtung liegt dabei auf der Energieeffizienz und damit auf ökologisch nachhaltigem Verkehr und grüner Logistik, welche neben technischen Anwendungen insbesondere durch organisatorische Lösungen erreicht werden.
Energiedesign Prof. Schmidt	► Das Institut für Stadtplanung und Städtebau (ISS) forscht vor dem Hintergrund sozialer, technischer, infrastruktureller und ökologischer Herausforderungen von Stadt in zahlreichen Projekten nach nachhaltigen Lösungen. Forschungsschwerpunkte sind das Klima, die Umwelt, die Mobilität und die Identität der Stadt.

Tabelle 2.1-1: Im Projekt beteiligte Akteure inkl. Forschungsschwerpunkte

Wie in Kapitel 1.1 beschrieben befindet sich der Forschungsort im urbanen Raum, dessen Gefüge als ein systemisches aufgefasst werden kann. In einem systemischen Zusammenhang befindet sich auch die Stadt mit der Fabrik, deren komplexe Abhängigkeiten im Forschungsprojekt ergründet werden sollen. Die systemisch zusammenhängenden Einzelelemente bilden sich in den beteiligten Disziplinen ab, deren Betrachtungsrichtung des zu untersuchenden Systems sich wesentlich voneinander unterscheidet. Jede Disziplin hat ihre individuelle Kultur, Sichtweise, Sprachkonvention, Charakteristik und vor allem Forschungsmethodik.

So nimmt es sich das Forschungskonsortium des Projektes Urban Factory zum Ziel, nicht nur aus den vielschichtigen Disziplinen mehr Erkenntnisse für den einzelnen zu gewinnen und Erkenntnisse mit Hilfe des jeweiligen Wissens abzuleiten. Dies kann mit Interdisziplinarität beschrieben werden (inter = zwischen). Zusätzlich bietet auch die Erarbeitung anderer Erkenntnisse und die gegenseitige Reflexion, die mit der Betrachtungsweise der einzelnen nicht möglich wäre, einen Mehrwert in der Zusammenarbeit. Für dies steht die Transdisziplinarität (trans = durch). Es gilt also hier eine systemtheoretische Denkweise, die sich der Verfahren und Zusammenhänge aller beteiligten Disziplinen bedient.

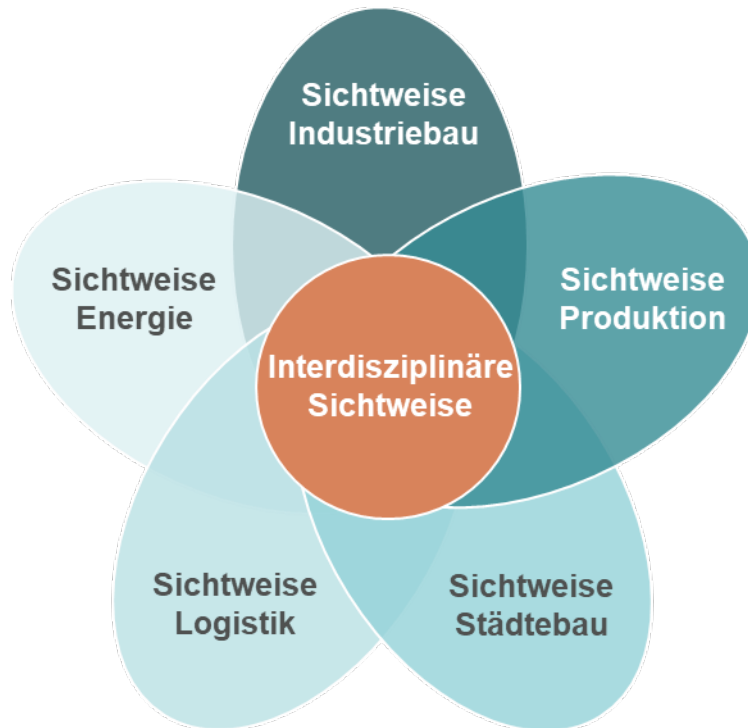


Abbildung 2.1-1: Exemplarischer Aushandlungsprozess der Disziplinen

Zur Entwicklung des gemeinsamen Forschungsziels und Umsetzung des inter- und transdisziplinären Ansatzes besteht die Notwendigkeit des Austausches, des Dialogs und der Konsensfindung. Im Vordergrund steht hierfür die Kompetenzerweiterung eines jeden Mitglieds des Konsortiums bezüglich der jeweiligen Forschungsmethoden und -ziele.

Der enge und regelmäßige Austausch im Rahmen von Arbeitstreffen und Klausuren auch mit genügend Raum zum freien Gespräch bildet die Basis für das Auseinandersetzen des Einzelnen mit den fremden Disziplinen.

2.1.2 Ausgangslage in der Forschung

Das Thema der ressourceneffizienten Fabriken und Quartiere wurde in seinen Einzeldimensionen bereits vielfältig untersucht. Die bisherigen quartiersbezogenen Ansätze wurden hinsichtlich der Nutzungen Wohnen, Dienstleistungen, Produktion und Handel untersucht und optimiert. Beispiele sind die Forschungsprojekte UrbaneProduktion.ruhr, Made in Aachen oder das Projekt Gewerbe in der Stadt. Eine Übersicht der während der Projektlaufzeit laufenden weiteren Forschungsprojekten ist in Kapitel 5 dargestellt. Im folgenden Text ist die Ausgangslage in der Forschung vor dem Start des Verbundprojekts Urban Factory beschrieben. Bei den Untersuchungen wurden die Synergien zwischen Nutzung, Wohnen, benachbarte Industriebetriebe und das Gewerbe ausgeblendet und nicht in den Optimierungsprozess integriert. In Urban Factory steht unter anderem die Entwicklung von eigentümer- und nutzungsübergreifenden Konzepten zur Integration von energieeffizienten Netzen im Vordergrund. Durch interdisziplinäre Konzepte werden die analysierten Synergiepotenziale mobilisiert und über die Betrachtung der Energieeffizienz hinaus weitere Optimierungen verschiedener Ressourcen wie Mensch, Wissen, Raum und Boden, Image und Gestalt, Mobilität, Stoffe, Energie sowie Recht und Kultur (vgl. Kapitel 4.3) implementiert.

In der Produktion spielt die Planung und Simulation von Produktionsprozessen (z.B. Denkena et al. 2013) oder die Abbildung von Steuerungen bzw. Regelkreisen eine wichtige Rolle. Für die Abbildung mehrerer verketteter Produktionseinheiten (Wertschöpfungskette) oder ganzer Fabriken werden zu meist ereignisdiskrete Materialflusssimulationen eingesetzt, um die Auftragsfolge, Maschinenbelegung, Kapazitätsauslastung und Bestände in einem gegebenen Produktionssystem zu prognostizieren und zu regulieren (Köhler & Krichel 2017, Wirth, Gäse, & Günther 2001). Energieflüsse wurden grundsätzlich schon früh als möglicher Bestandteil von Materialflussmodellen für Fabriken benannt (Wirth, 1989), wurden aber bisher nur wenig in simulationsfähige Modelle für Fabrikssysteme einbezogen (Herrmann & Thiede 2009, Thiede 2012). Wenn überhaupt handelt es sich in der Mehrzahl um „klassische“ produktionsorientierte Materialflusssimulationen, die über Schnittstellen oder um eine direkte Integration von energieorientierten Bewertungen erweitert wurden (Heilala, et al. 2008, Johansson, Mani, Skoogh, & Leong 2009, Rahimifard, Seow, & Childs 2010, Siemens AG 2010, Thiede 2012, Stoldt, Schlegel, Franz, Langer, & Putz 2013). Integrative Simulationswerkzeuge bzw. kombinierte Anwendungen für die konsistente energetische Betrachtung aller Teilsysteme (von Prozess- bis Betriebsebene) sind bislang wenig verbreitet. Es gibt bereits Ansätze zur Verbindung der Produktion mit dem Gesamtsystem Fabrik (Junge 2007), aber die Schnittstelle Fabrik – Urbane Umgebung ausgehend von der Produktion ist noch nicht in der Gesamtheit untersucht worden. Es bleiben damit derzeit relevante Potentiale zur Gesamtoptimierung in Hinsicht auf die Einflüsse von Fabrikssystemen auf die urbane Umgebung unerschlossen.

Im Bereich Fabrikplanung gibt es derzeit erste wegweisende Projekte (z.B. Netzwerk Urbane Produktion www.urbanproduction.de), die sich mit visionären Ansätzen zur Produktion der Zukunft beschäftigen, aber noch keine umfassenden Aussagen zur konkreten Konfiguration der entwickelten Produktionsformen zulassen. Das Projekt „Urbane Produktion“ setzt auf eine rudimentäre Verbindung zwischen einer konkreten Fabrik und deren Umfeld. Im vorliegenden Forschungsvorhaben wird diese Integration über die rein funktionale Vernetzung hinaus viel umfassender betrieben und um weitere Disziplinen ergänzt. Die sogenannten „grünen Fabriken“ werden selten im urbanen Kontext entwickelt und so entscheidende Potentiale zur Ressourceneffizienzsteigerung nicht genutzt. Die Stadtgesellschaft und die Quartiere wurden im Projekt in den Planungsprozess einbezogen. Darüber hinaus wurde die Vernetzung auch in ältere Bestandsquartieren angestrebt, deren Eigentümer und Bewohner schwerer zu mobilisieren sind, als dies bei Neubaugebieten der Fall ist, die aber derzeit die Projektpraxis bestimmen. Erweitert wurde das Konzept durch die Betrachtung der städtebaulichen Aspekte, wobei der Fokus auf nachhaltigen vernetzten Strukturen liegt. Diese städtebauliche Vernetzung betrifft Hochbau- und Tiefbaumaßnahmen über bestehende Eigentumsgrenzen hinweg.

Die aktuelle Praxis der Beratung für energetische Sanierungen im Bereich der Wohngebäude verfolgt das Ziel, einzelne Gebäudeeigentümer dazu anzuregen, ihr Gebäude energetisch zu ertüchtigen. Die im Jahr 2014 im Kontext des BMBF-Projektes „Klimainitiative Essen – Handeln in einer neuen Klimakultur“ eröffnete Klimaagentur in Essen ist dafür ein weiteres aktuelles Beispiel (siehe auch www.klimaagentur.essen.de). Dabei wird allerdings die Beratung von Unternehmen aus dem Bereich des produzierenden Gewerbes, im Kontext des jeweiligen Quartiers, vernachlässigt. Diese Ausblendung bei der Konzepterstellung soll im zu untersuchenden Quartier durch den in diesem Projektantrag vorgeschlagenen Ansatz aufgehoben und eine Vernetzung bspw. der Wohneigentümer mit den Unternehmen forciert werden. Darüber hinaus sollen in der Beratung von Eigentümern eines Quartiers zukünftig auch mehr städtebauliche Aspekte Berücksichtigung finden. Das bedeutet, dass in den Konzepten die städtebaulichen Beziehungen z.B. zwischen Wohn- und Fabrikbebauung funktional und ästhetisch mehr in den Fokus gerückt werden sollen. Im Bereich der Beratung und Konzepterstellung für energetische Sanierungen gibt es derzeit verschiedene etablierte Softwares, die diese Dienstleistungen unterstützen. Jedoch sind diese häufig nur darauf ausgelegt einzelne Gebäudeeigentümer zu beraten und Konzepte bzw. Lösungen für deren einzelne Gebäude zu entwickeln. Um den Beratern zukünftig auch Programme zur Verfügung zu stellen, die bei der Erstellung von Konzepten für Quartiere und die bei der Vernetzung von Akteuren in Quartieren helfen, wurden der EEC® und der QEM entwickelt. Doch diese Softwares sind bisher nur für Konzepte und Vernetzungen, bspw. über Energienetze im Quartier, im Bereich der Wohngebäude ausgelegt. Dieses Betrachtungsspektrum soll durch dieses Projekt auch um Fabriken erweitert werden. Denn so können weitere Möglichkeiten zur Steigerung der Ressourceneffizienz mobilisiert werden. Diese liegen insbesondere bei den Ressourcen Fläche, Treibstoff und Stadtgesellschaft. Die Stadtgesellschaft ist

häufig nicht adäquat in den gängigen Konzepten für die energetische Sanierung von Fabriken, Wohngebäuden und ganzen Quartieren als zentral relevantes Element integriert, insbesondere nicht bei Neu- und Umbauten des Interieurs sowie der Hülle von Fabrik- und Wohngebäuden. In der aktuellen Praxis werden zwar bisher verschiedene Formen von Partizipationsverfahren, die allgemeine Bewusstseinsförderung durch Information und Teilhabe sowie die Gestaltqualität von Gebäuden diskutiert. Dies geschieht jedoch nicht mit dem Fokus auf eine umsetzungsorientierte Konzeptentwicklung mit dem Ziel einer quartiersweiten Vernetzung der verschiedenen Akteure der Stadtgesellschaft. Am nächsten kommen den in diesem Forschungsvorhaben entwickelten Ansätzen die derzeit diskutierten Austauschplattformen für Verwaltung, Unternehmer und Wirtschaftsförderung. Mit diesem Projekt sollen diese Plattformkonzepte auf Quartiersebene umsetzungsorientierter gestaltet werden. Mit der Stadtgesellschaft sind in diesem Forschungsprojekt, neben den schon erwähnten Unternehmern, der Stadtverwaltung und der Wirtschaftsförderung, insbesondere auch die benachbarten Fabriken sowie die Eigentümer und die Bewohner gemeint.

Die Konsolidierung von Güterströmen im Zuge ihrer Beschaffung und Distribution ist bereits als Lösung zur Transportvermeidung und -reduktion bekannt. Doch bislang lagen die Anstrengungen vor allem auf der Bündelung der Güterströme einer Fabrik, insbesondere durch Konzepte wie das Gebietsspediteurswesen, in dem ein Logistikdienstleister für die Bedienung der Lieferanten einer Region verantwortlich ist. Auf Abruf sammelt er die bereitgestellten Güter bei den Lieferanten ein, sortiert und bündelt sie in seiner Logistikanlage und befördert sie anschließend gemeinsam zum empfangenden Produktionsort. Ein weiteres beispielhaftes Konzept existiert für Konsolidierungsrouten, in denen ein Logistikdienstleister bestimmte Lieferanten in regelmäßigen (täglichen) Touren anfährt, ihre jeweiligen Teilladungen zu einer Komplettladung zusammenstellt und zur Produktionsstätte befördert. Solche Bündelungskonzepte sind in der Forschung und Praxis anerkannt und etabliert (Clausen 2013). Um nun im nächsten Schritt weitere Potenziale zu erschließen, ist der Bündelungsgedanke von der Unternehmens- auf die Quartierebene zu übertragen. Insbesondere für Güter, die über lange Distanzen beschafft, verteilt oder entsorgt werden. Dadurch kann ein höheres Aufkommen mit gleicher Quelle-Ziel-Relation generiert werden. Dies ermöglicht einen ressourcensparenden und damit auch wirtschaftlicheren und ökologischeren Transport. Mit der Untersuchung der Symbiose einer Fabrik mit ihrem städtischen Umfeld setzt das Forschungsvorhaben Urban Factory genau hier an. Dazu sind Dialoge im Quartier zu einer gemeinsamen Logistik zu führen.

Ein weiterer Schlüssel, um den individuellen Personen- und Güterverkehr umweltfreundlicher zu gestalten, liegt in der Mikromobilität. So kann die stärkere Nutzung des (herkömmlichen) Fahrrads bzw. Lastenrads anstelle des Pkw / Kleintransporters einen großen Beitrag leisten. Auch sind in diesem Kontext neue Elektro-Lösungen zu nennen, u.a. Segways, e-bikes, Elektro Scooter. Gerade letztgenannte Modi sind angesichts der von ihrem Elektromotor ausgehenden Unterstützung durch eine breitere Bevölkerungsgruppe nutzbar. Eine große Hürde in der Nutzung ist die Sicherheit im städtischen Straßenverkehr und die individuellen Einstellungen der Verkehrsteilnehmer. Bei den neuen Techniken kommen die Unsicherheit im Umgang und Finanzierungsfragen hinzu (Gruber & Kihm, 2013). Lösungen können auch hier nur in Zusammenarbeit der Belegschaft der urbanen Fabrik und der Stadt gefunden werden.

Im Bereich Energieeffizienz und Energiedesign gibt es aktuell drei konkrete Projekte und eine Initiative, die sich mit der Nutzung von Energie von mehreren benachbarten Prozessen beschäftigen. Bei den Projekten sOptimo und HEATLOOP werden homogene Prozesse in Abhängigkeit zueinander betrachtet. Das heißt, es werden mehrere Gewerbebetriebe mit ähnlichen Prozessen z.B. aus der chemischen Industrie miteinander in Verbindung gebracht.

Ein weiteres Projekt, das einen ähnlichen Ansatz verfolgt wie Urban Factory, ist das Projekt EnEff Campus:blueMAP TU Braunschweig. Ziel dieses Projektes ist es, einen campusbezogenen Masterplan zu erstellen, der einen holistischen Charakter aufweist. Es geht es hier um die Berücksichtigung von Gebäuden aus verschiedenen Epochen und fast ausschließlich um Gebäude im Eigentum von öffentlichen Trägern. Im Gegensatz dazu geht es bei Urban Factory unter anderem darum, für ein Modellquartier ein situationsabhängiges Konzept zu erstellen. Die so entstehenden Konzepte sind auf Gebäude mit unterschiedlichen Nutzungen und einer heterogenen Eigentümerstruktur ausgerichtet.

Im Vergleich zu Urban Factory stehen in den derzeit gängigen Konzepten die Potenziale zur Steigerung und Optimierung der Ressourceneffizienz auf Ebene des Quartiers nicht ausreichend im Fokus der Untersuchung. Ebenso wird die Fabrik in der Regel als Black Box betrachtet, sodass viele Effizienzpotenziale ungenutzt bleiben. Den größten Unterschied stellt dabei die Vernetzung der verschiedenen Energieverbraucher im Quartier dar, die in der bisherigen Betrachtung nicht ausreichend berücksichtigt werden. Gegenüber dem Stand der Forschung sollen die verschiedenen Energieprofile unterschiedlicher Nutzungen miteinander verbunden werden. So werden Synergiepotenziale nutzbar, die sonst nicht mobilisiert werden können.

Nach dem bisherigen Stand der Technik werden weitere Ressourcen nicht mitberücksichtigt. Dieses wird durch den innovativen Ansatz der Urban Factory überwunden.

2.2 Projektaufbau

2.2.1 Inhaltliche Ziele I Methodik

Das zentrale Ziel des Forschungsvorhabens Urban Factory besteht in einer Wissensplattform, welche Städten über die Vernetzung ihrer Fabriken mit deren urbanem Umfeld den Weg zur Ressourceneffizienz möglich macht und fördert. Diese soll anwenderfreundlich, praxisorientiert und in unterschiedlichen Betrachtungstiefen Wissen und Kompetenzen, sowie Projektideen vermitteln.

Ein technisches Arbeitsziel besteht daher in der strukturierten Zusammen- und Bereitstellung von effizienzschaffenden Werkzeugen. Der Aufbau und Zugriff muss so gestaltet sein, dass für eine individuelle urbane Fabrik unter Berücksichtigung der vorliegenden Rahmenbedingungen eine adäquate Auswahl getroffen werden kann und diese ohne große Einarbeitungszeit und möglichst selbst-erklärend genutzt werden können. Dies macht die Erstellung einer virtuellen Wissensplattform nötig, die frei zugänglich ist und gegebenenfalls fortgeschrieben werden kann.

Auf dem Weg zum Endprodukt gliedert sich das Forschungsprojekt Urban Factory in drei aufeinander aufbauende und sich immer wieder rekursiv überprüfenden Teile. Im ersten Schritt der Bearbeitung werden Rahmenbedingungen, Treiber und Trends sowie Forschungsprämissen definiert. Die Definition der betrachteten Ressourcen, deren Effizienz im Rahmen der Interaktion und Kooperation von Stadt und Fabrik gesteigert werden soll, wird anhand von analytischem Wissen der Fachrichtungen und parallel anhand von individuellen Fallbeispielen erarbeitet. In Form eines explorativen Vorgehens wird in Folge dessen nach Analogien zu Beziehungen zwischen verschiedenen Elementen, dazugehörigen Gesetzmäßigkeiten aus vergleichbaren Forschungen und empirischen Studienergebnissen gesucht. Eine Formulierung von Hypothesen ist das Ziel dieses Verfahrens.

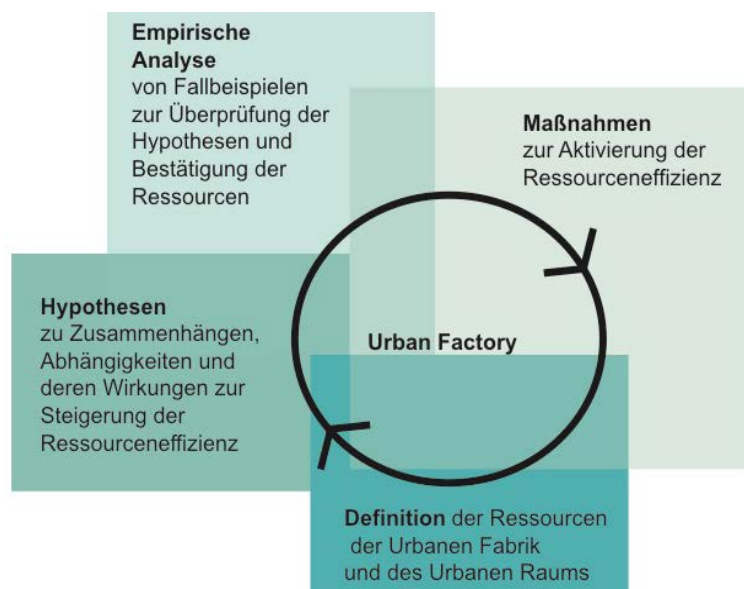


Abbildung 2.2-1: Forschungsdesign

Diese Hypothesen werden anschließend in der empirischen Analyse der Fallbeispiele und von Best-Practice-Beispielen angewandt und überprüft. Die Anwendung gewährleistet die Bestätigung der Hypothesen ebenso, wie die Bestätigung der betrachteten Ressourcen. In der empirischen Forschung kommen die disziplin-typischen Methoden zum Einsatz. Aus der Analyse der Fallbeispiele werden in einen konzeptionellen Teil passende, ressourceneffizienzsteigernde Maßnahmen gesammelt und eigenständig entworfen, die nach Ressourcen sortiert und katalogisiert für eine digitale Maßnahmen-App aufbereitet werden.

2.2.2 Forschungsmethoden aus Sicht der Disziplinen

Sichtweise Industriebau	Der Fachbereich Industriebau nimmt eine zentrale Schnittstellenfunktion bei der Untersuchung der räumlich-funktionalen Beziehungen des Bauwerks nach innen zu Produktions- und Arbeitsplatzanforderungen sowie nach außen zwischen Bauwerken, Standort und Quartier ein. Um dieser Funktion im Sinne des Vorhabens gerecht zu werden bedarf es Erhebungs- und Analysemethoden zur strukturierten Standort- und Bauwerksanalyse inkl. der baugeschichtlichen Rahmenbedingungen des Standorts sowie zur Identifikation von Schlüsselakteuren und -disziplinen aus Sicht des Bauwesens. Zusammen mit z.B. Experteninterviews dienen diese Methoden der Erfassung von Wirkzusammenhängen und (möglicher) Interaktionen zwischen Fabrik und umgebender Stadt, der Entwicklung und Beschreibung eines Systemverständnisses urbaner Fabriken, der strukturierten Erfassung und Untersuchung von Schnittstellen zu anderen Disziplinen und der daraus resultierenden Potentiale und Herausforderungen, welche in Entwürfen von übertragbaren Maßnahmen und fallabhängigen Maßnahmenkonzepten münden sollen.
Sichtweise Produktion	Auf der Ebene der Produktionstechnik werden ausgehend vom Produktionssystem verschiedene Analyse- und Bewertungsmethoden für urbane Fabriken angewendet. Beginnend mit einer Makroanalyse des Produktionssystems können generelle Zusammenhänge der Prozessschritte untersucht und aufgenommen werden. Darauf aufbauend bieten Stoffstrom- und Energieflussanalysen Erkenntnisse zu den im Produktionssystem stattfindenden Abläufen und den induzierten Material- und Energiebedarfen. Damit sind direkt und indirekt einige wichtige Wirkungen auf die Umgebung der urbanen Fabrik verbunden. Für die Ableitung von Szenarien und die Untersuchung von Wirkzusammenhängen können modellbasierte Simulationen des Produktionssystems eingesetzt werden. Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden zwei weitere spezifische Methoden für die Untersuchung urbaner Fabriken entwickelt. Mittels einer produktbezogenen Analyse der Lebenszyklusphasen können urbane Fabriken und Produktionssysteme basierend auf den implementierten Aktivitäten entlang des Lebenszyklus eines oder mehrerer Produkte klassifiziert werden. Weiterhin bietet sich die Möglichkeit mit einer Untersuchung der Schnittstellengestaltung zwischen Fabrik und Stadt die Verbindung der mit der urbanen Umgebung und die daraus resultierenden Potentiale und Herausforderungen zu erfassen. Die aufgeführten Analysen können auf Messergebnissen oder (teilweise) auf Modellen aufgebaut werden. Dabei spielt die verfügbare Datenquantität und -qualität eine wichtige Rolle für die Qualität der Analyseergebnisse.

Sichtweise Städtebau	Für die Ebene des Städtebaus und der Stadtentwicklungen werden im Rahmen einer explorativen Herangehensweise Zusammenhänge und Systeme gesucht, die die Interaktion zwischen Fabriken und umgebender Stadt beschreiben. Dabei liegt der Fokus auf dem Suchen nach analogen Verhältnissen und Abhängigkeiten, die auf das Zusammenwirken von Fabrik und Stadt übertragen werden können. Aus diesen Erkenntnissen entwickeln sich Hypothesen, die im Rahmen eines konfirmativen Verfahrens empirisch nachgewiesen werden. Die Methodik der Empirie basiert auf qualitativer und quantitativer städtebaulicher Analyse, ergänzt durch Treppenhaus- und Onlinebefragungen. Die qualitative Forschung wird gestützt von Experteninterviews, aus deren Ergebnissen sich die Hypothesen differenzieren lassen. Der abschließende konzeptionelle Teil wird in Form von Entwürfen von Maßnahmen für ein Fallbeispiel, aber auch mit Hilfe von Recherchen und Kreativitätstechniken zum Entwickeln eigener Maßnahmenkonzepte vollzogen.
Sichtweise Logistik	Die verkehrliche und logistische Forschungsmethodik umfasst im Wesentlichen die Datenerhebung, Analyse, Prognose, Optimierung und Planung von Güter- und Verkehrsflüssen. Im Forschungsvorhaben stehen Erhebungs- und Analysemethoden im Mittelpunkt. Zur verkehrlichen Datenerhebung und Analyse werden Befragungen durchgeführt sowie eine Begehung mit Beobachtung genutzt. Im Weiteren werden diese Erkenntnisse über eine strukturierte Kartenanalyse erweitert. Die Datenerhebung zur logistischen Untersuchung im Vorhaben basiert zum einen auf Ablauf- bzw. Prozessanalysen sowie Tourenanalysen. Um insbesondere spezifische Kunden- und Lieferbeziehungen nachvollziehen zu können, werden zudem Kunden- und Lieferscheinanalysen eingesetzt. Fahrtspezifische Daten werden über ein Fahrtenbuch, sowie über die Aufnahme von GPS-Daten während Touren erhoben. Diese dienen zur Analyse der logistischen Leistungserbringung der betrachteten Unternehmense. Alle Untersuchungen und Analysen wurden durch Interviews und eine Literaturrecherche mit anschließender Sekundärdatenanalyse ergänzt.
Sichtweise Energiedesign	Die Identifikation und Einbezug von Energiequellen,-Senken sowie der verschiedenen Energieträger ist wesentlich aus der energetischen Sichtweise. Expertengespräche in Verbindung mit vor- und nachgelagertem Brainstorming haben die Grundlage geschaffen, um darauf aufbauend, zusammen mit den anderen beteiligten Disziplinen, Workshops aufzubauen und durchzuführen. Die Use-Cases wurden genutzt, um an ihnen Fragestellungen wie Maßnahmen, Umsetzungswahrscheinlichkeiten, Datenbeschaffung, Einflüsse, Modelle und Schnittstellen zu erarbeiten, zu ergänzen und weitere Schlussfolgerungen daraus abzuleiten.

Tabelle 2.2-1: Sichtweisen der beteiligten Disziplinen

2.2.3 Verwertung: Wissenstransfer | externes Expertenwissen

Um Langzeitimplikationen bei jedem Projektbeteiligten und zwischen den projektbeteiligten Akteuren zu fördern, wurde auf weitreichend wirksame Aktivitäten gesetzt, die vorrangig über teilhabende Multiplikatoren gewährleistet wurden. Naheliegend war das enge Verweben der vorliegenden Themen mit der Lehre im Rahmen von Seminaren und Entwürfen und die Vergabe kleinerer Forschungsbereiche an Studierende, die diese in ihren Abschlussarbeiten umsetzten. Der transdisziplinäre Aspekt wurde in kleinen Untersuchungen, Publikationen und konzeptionellen Aktionen umgesetzt, wie der Holohack im September 2017 an der TU Braunschweig oder auch das Auftreten auf wissenschaftlichen Konferenzen, z.B. Hochschultag der Nationalen Stadtentwicklungspolitik u. v. m. Der mit Akteuren aus der Praxis besetzte Beirat des Projekts machte die Weitergabe von Erkenntnissen an externe Arbeitsgruppen, z.B. der Arbeitsgemeinschaft Industriebau möglich.

Forschung und Lehre	<ul style="list-style-type: none"> • Einbezug in die laufende Lehre • Abschlussarbeiten • Erkenntnisgewinn und Datensammlung • Einbezug in zukünftige Forschungsprojekte und -arbeiten
Untersuchungen	<ul style="list-style-type: none"> • Holohack • Fallstudien • kommunale Handlungen
Publikationen	<ul style="list-style-type: none"> • Presse • Wissenschaftliche Veröffentlichungen Teilnahme an internationalen Konferenzen
Externe Gespräche, Aktivitäten	<ul style="list-style-type: none"> • Teilnahme an Treffen und Diskussionen von externen Arbeitsgruppen u.ä. • Expertengespräche • Workshops Teilnahme an Veranstaltungen

Abbildung 2.2-2: Urban Factory Wissenstransfer

Die Abbildung 2.2-2 zeigt die verschiedenen Transferebenen des Projekts, welche in Teilbereichen bereits genannt wurden. Der Wissenstransfer aus einem Forschungsnetzwerk wie das, was hinter Urban Factory steht ist vielschichtig und überdauert das Projekt an sich, da sich Langzeitimplikationen bei jedem Projektbeteiligten und zwischen den projektbeteiligten Akteuren ergaben. Auf Grund der hohen Interdisziplinarität des Konsortiums wurde ein hoher Wissenstransfer zwischen den beteiligten Akteuren erzielt.

2.2.4 Zeitlicher Ablauf

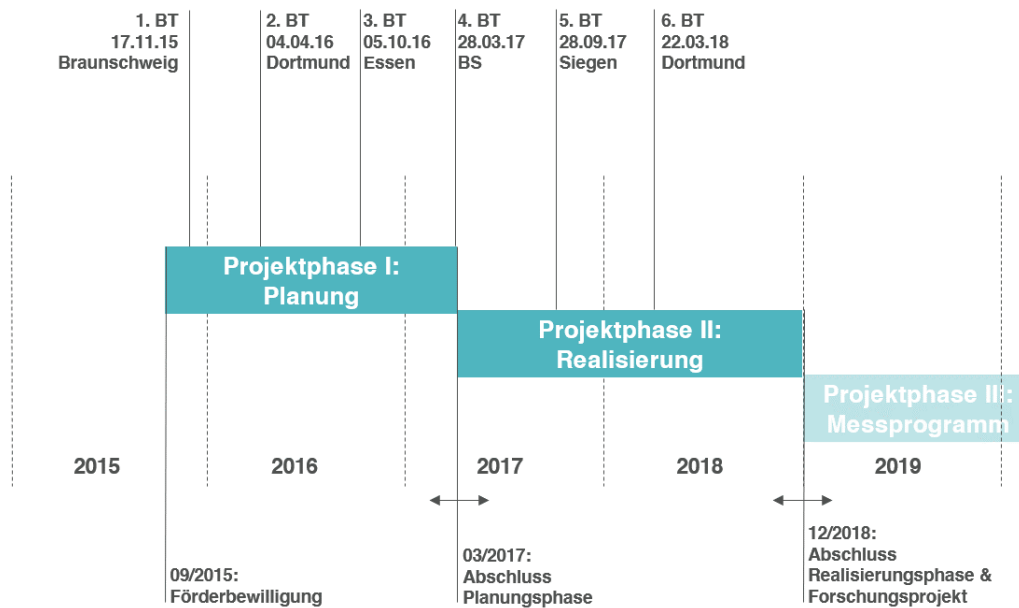


Abbildung 2.2-3: Zeitliche Ablaufplanung des Verbundprojekts Urban Factory

Das Vorhaben Urban Factory erstreckte sich ab Mitte 2015 über ca. 3,5 Jahre und 2 Planungsphasen (Vgl. Abbildung 2.2-3). Die Grundlagenermittlung umfasste die Analyse bestehender Definitionen und Werkzeuge, Entwicklung der Hypothesen, Gespräche mit den beteiligten Akteuren, Begehungen, Identifikation notwendiger Technologien und Werkzeuge und die Konzeptentwicklung der Wissensplattform. Darauf aufbauend wurden die Optimierungspotenziale in der Praxis im Hinblick auf ihren Ist-Zustand, Einflüsse und Potenziale hin untersucht.

In der zweiten Projektphase wurden die Grundsteine der Wissensplattform aufgebaut. Dieses umfasste u.a. die Entwicklung der Softwareapplikation und der Maßnahmensteckbriefe. Die Ergebnisse der ersten Projektphase wurden in den Fallbeispielen praktisch evaluiert und auf ihre Anwendbarkeit hin untersucht und weiterentwickelt. Zum Abschluss wurden die Ergebnisse ausgewertet, konsolidiert und dokumentiert.

Die beiden Projektphasen wurden außerdem in mehrere Arbeitspakete unterteilt, deren Leitung unter den verschiedenen Fachbereichen aufgeteilt wurden.

Das Arbeitspaket 1 „Grundlagenermittlung“ hat die Basis erarbeitet für die weiteren Arbeitspakete: Hier wurden bestehende Definitionen zu Ressourcen analysiert, Prämissen, Rahmenbedingungen und Trends als Treiber definiert und die Ressourcen der Urbanen Fabrik erarbeitet. Das Arbeitspaket beinhaltete die Förderung der Verständigung unter den Kooperationspartnern und der Vorstellung fachspezifischer Methoden zur wissenschaftlichen Forschung der jeweiligen Disziplinen.

Im Arbeitspaket 2 „Optimierungspotentiale in der Praxis“ wurden die Hypothesen zum systemischen Zusammenhang zwischen Fabrik und Quartier erarbeitet und darauf aufbauend Ist-Zustand der Fallbeispiele und Best-Practice-Beispiele hinsichtlich der relevanten Indikatoren analysiert. Die Potentiale und Einflüsse dieser Erkenntnisse wurden bewertet sowie Umsetzungsszenarien und daraus resultierende Ziele abgeleitet.

Das Arbeitspaket 3 „Umsetzungsplanung“ stellte den Übergang zur zweiten Projektphase dar. Neben der Entwicklung der notwendigen Technologien, Werkzeuge und Methoden wurden die Arbeitspläne für die Begleitung der Pilotprojekte. In der konzeptionellen Phase des Arbeitspakets 4 wurden konkrete Maßnahmen gesucht und entwickelt, die die Ressourceneffizienz und Praxisergebnisse eingepflegt und die Fabrik-Stadt Typologien weitergeführt. Im Arbeitspaket 5 „Umsetzung in den Modellvorhaben“ wurden die Entwickelten Tools evaluiert und angewendet, um Daten zur Auswertung im Arbeitspaket 6 zu erhalten. Im letzten Arbeitspaket 6 „Auswertung und Konsolidierung“ wurden die Ergebnisse zusammengetragen, Verarbeitet, Konsolidiert, Ausgewertet und dokumentiert.

2.3 Literatur zu Kapitel 2

- Clausen, U. &. (2013). *Verkehrs- und Transportlogistik*. Berlin: Springer.
- Denkena, B., Schmidt, A., Henjes, J., Niederwestberg, D., Niebuhr, C., & Hasselberg, E. (2013). Modelling a Thermomechanical NC-Simulation. Turin: 14th CIRP Conference on Modelling of Machining Operations.
- Gruber, J., & Kihm, A. &. (2013). Innovationsbereitschaft von Fahrrad- und Autokurieren gegenüber Elektro-Lastenrädern – eine (ir)rationale Entscheidung? In U. & Clausen, *Wirtschaftsverkehr 2013* (S. 149-166). Berlin: Springer Vieweg.
- Heilala, J., Vatanen, S., Tonteri, H., Montonen, J., Lind, S., Johansson, B., & Stahre, J. (2008). Simulation-based sustainable manufacturing system design. In Mason, S. J. (Hrsg.), *Winter Simulation Conference* (S. 1922-1930). Miami.
- Herrmann, C., & Thiede, S. (2009). Process Chain Simulation to Foster Energy Efficiency in Manufacturing. In *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology* 1 (4) (S. 221-229).
- Johansson, B., Mani, M., Skoogh, A., & Leong, S. (2009). Discrete Event Simulation to generate Requirements Specification for Sustainable Manufacturing Systems Design. In *Proceedings of PerMIS 09 Proceedings of the 9th Workshop on Performance Metrics for Intelligent Systems*.
- Junge, M. (2007). *Simulationsgestützte Entwicklung und Optimierung einer energieeffizienten Produktionssteuerung*. Kassel: University Press.
- Köhler, U., & Krichel, P. (2017). Reduction of Particulate Matters by City-Logistics. In *Proceedings of the*. Berkeley.
- Rahimifard, S., Seow, Y., & Childs, T. (2010). Minimising Embodied Product Energy to support energy efficient manufacturing. In *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, vol. 59/1 (S. 25–28).
- Siemens AG. (2010). Simulation of the Energy Consumption of Conveyor Lines with Tecnomatix Plant Simulation. Siemens AG.
- Stoldt, J., Schlegel, A., Franz, E., Langer, T., & Putz, M. (2013). Generic Energy-Enhancement Module for Consumption Analysis of Manufacturing Processes in Discrete Event Simulation, Re-engineering Manufacturing for Sustainability. In *Proceedings of CIRP LCE* (S. 165-170). Singapore.
- Thiede, S. (2012). *Energy Efficiency in Manufacturing Systems*. Berlin: Springer.
- Wirth, S. (1989). *Flexible Fertigungssysteme*. Berlin: Verlag Technik.
- Wirth, S., Gäse, T., & Günther, U. (2001). Partizipative simulationsgestützte Layoutplanung. In *wt Werkstatttechnik online*, vol. 91, issue 6 (S. 328-332).

3.0 Theoretische Grundlagen

Neben den in Kapitel 1 formulierten Herausforderungen, Prämissen und zentralen Forschungsfragen sind zur strukturierten Erforschung des Betrachtungsgegenstands Urbane Fabriken entlang der in Kapitel 2 beschriebenen Methodik zwingend die äußeren Einflüsse zu erfassen, die auf das Projekt bzw. den Betrachtungsgegenstand wirken (Kap. 3.1) und des Weiteren das System Urbane Fabriken aus Sicht der beteiligten Disziplinen zu beschreiben (Kap. 3.2).

3.1 Trends wirken auf Stadt und Unternehmen

In Zeiten von Digitalisierung und dem Einzug der neuen Medien in sämtliche gesellschaftliche und wirtschaftliche Bereiche des Lebens bekommen Trends auch in Hinblick auf Stadt und Unternehmen eine größere Dynamik. Durch schnelleren Informationsfluss und die große Reichweite der sozialen Medien sind Trends oft kurzlebig und dadurch schwerer zu prognostizieren (siehe „Internet-Hypes“).

Im Folgenden soll für die zahlreichen, dynamischen Einflussfaktoren und deren Auswirkungen auf Städte und Unternehmen sensibilisiert werden. Dazu werden zunächst allgemein die Begrifflichkeiten von Trendarten sowie deren Dauer und entsprechende Wirkungsgrade erläutert. Auf der Basis der Untersuchungen des Zukunftsinstituts² werden daraufhin das Verhältnis und die Unterschiede von Trends, Megatrends und ihren Subtrends definiert und deren Wechselwirkung und hochgradige Vernetzung aufgezeigt. Weiterhin werden die, für das Forschungsvorhaben, relevanten Trends und externen Einflussfaktoren aufgeführt, kategorisiert und definiert, um eine Basis für die weiteren Untersuchungen im Rahmen dieser Forschungsarbeit zu schaffen.

3.1.1 Abgrenzung und Definition der Begrifflichkeiten

Ein Trend („von engl. to trend = [...] in einer bestimmten Richtung verlaufen“) (Trend 2019) bezeichnet im Allgemeinen eine Veränderung oder Wandlung, die eine tragende Rolle in der Entwicklung verschiedenster Bereiche der Gesellschaft einnehmen kann (Trends – Grundlagenwissen 2018). Jeder Mensch wird in seinem täglichen Leben mit unterschiedlichen Formen von Trends konfrontiert. Diese können je nach Laufzeit unterschieden und definiert werden.

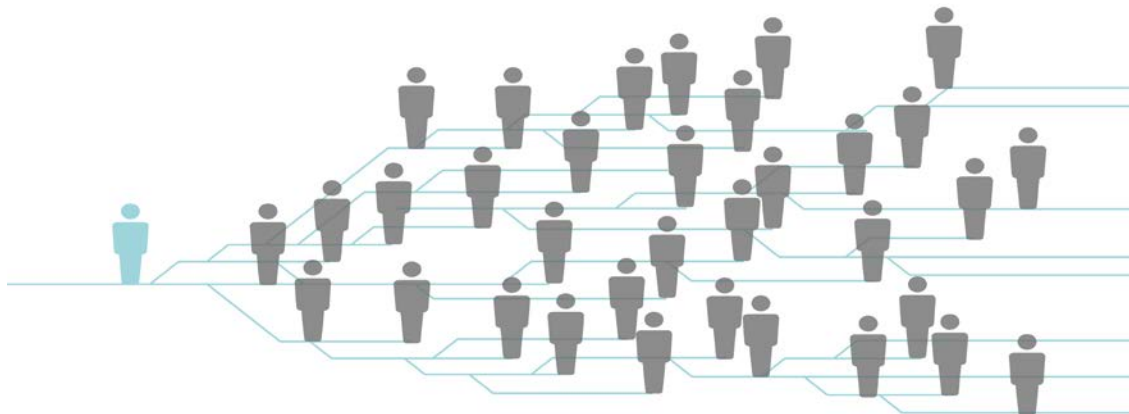


Abbildung 3.1-1: Vernetzung und Informationsverbreitung über soziale Netzwerke (© Urban Factory)

Auf Social Media Plattformen kursieren täglich neue „Internet Hypes“. Diese sind zwar sehr kurzlebig, weisen aber durch die starke Vernetzung und rasante Entwicklung der sozialen Medien eine große Reichweite auf. In Lifestyle- und Modemagazinen werden monatlich neue Mode- und Produktrends ausgerufen. Ferner zu erwähnen sind „Konsum- und Zeitgeisttrends“, die sich in der Gesellschaft etabliert haben und eine Dauer von fünf bis acht Jahren aufweisen. Hierzu zählt beispielsweise der „Weniger ist Mehr“-Trend, dessen Leitidee die Rückbesinnung auf Einfachheit und Bescheidenheit ist. „Soziokulturelle Trends“ können bis zu zehn Jahre bestehen und zeigen sich beispielsweise als Lebensgefühl einer Generation. (Trends – Grundlagenwissen 2018)

² Die Zukunftsinstitut GmbH ist ein 1998 gegründetes privatwirtschaftliches Unternehmen für Trend- und Zukunftsstudien.

Je mehr Menschen oder Gruppen sich mit einem Trend identifizieren können und je mehr sie diesen über soziale Netzwerke teilen, desto größer ist die Reichweite und die Wahrscheinlichkeit, dass ein Trend längerfristig Bestand hat. Einem Trend kommt also eine „soziale Komponente zu, da sie von Individuen bzw. ganzen Gruppen getragen werden [...]“. (Ternès, Towers & Jerusel 2015)

Die dauerhafteste Klasse der Trends bilden die sogenannten „Megatrends“. Dieser Begriff wurde erstmals 1980 vom US-Amerikanischen Zukunftsforscher John Naisbitt entwickelt und geprägt (Naisbitt, 1986). Nach der Definition des Zukunftsinstituts ist für die Bezeichnung als Megatrend entscheidend, dass ein Trend in allen Bereichen von Gesellschaft, Wirtschaft und Politik Auswirkungen zeigt (Ubiquität), über eine Lebensdauer von mindestens 25-30 Jahre verfügt und auf globaler Ebene Gültigkeit hat. (Megatrends und ihre Wirkung 2018)

Megatrends entwickeln sich langsam und haben eine rückschlagresistente Entfaltung. Nach der Bestimmung als Megatrend, können somit weitestgehend sichere Prognosen über seinen zukünftigen Verlauf aufgestellt werden. „Megatrends [...] verändern unsere Welt von innen heraus, als Entwicklungsagenten des Morgen, das zugleich ein komplexeres Gestern ist.“ (Horx 2011)

Laut Zukunftsinstitut (Megatrend-Glossar, 2018) liegen derzeit die folgenden 12 Megatrends vor:

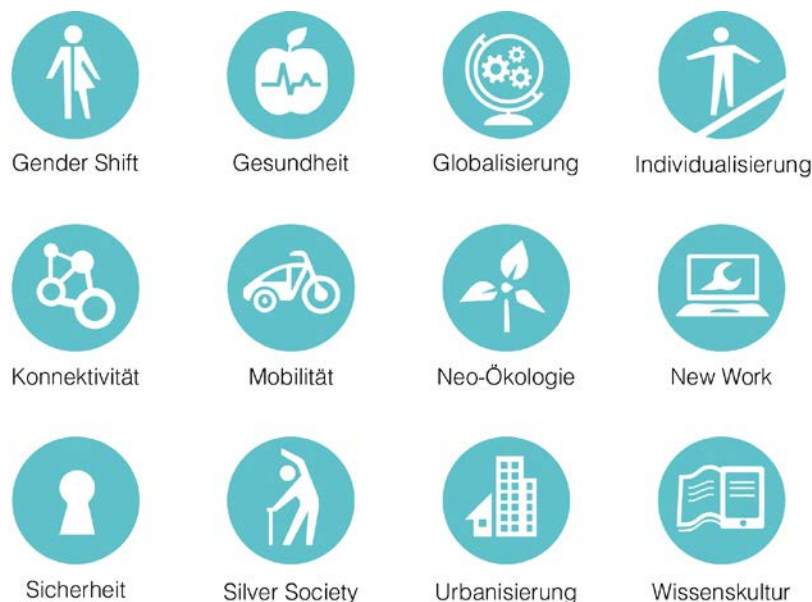


Abbildung 3.1-2: Derzeitige Megatrends

Megatrends setzen durch ihre Dauerhaftigkeit und Omnipräsenz sichere und langfristig wirkende Faktoren, die zum Teil thematisch eng miteinander zusammenhängen. Sie sind das Fundament für kleinere, aus ihnen resultierende und stark in Wechselwirkung stehende Subtrends. Im Unterschied zu den Megatrends wirken ihre Subtrends differenzierter auf spezifische Themenbereiche ein und sind Indikatoren einer Strömung (Megatrend-Glossar 2018). Ein Subtrend kann mehreren Megatrends gleichermaßen zugehörig sein, wodurch sich erhebliche Überschneidungen ergeben können (Die Megatrend-Map 2018)

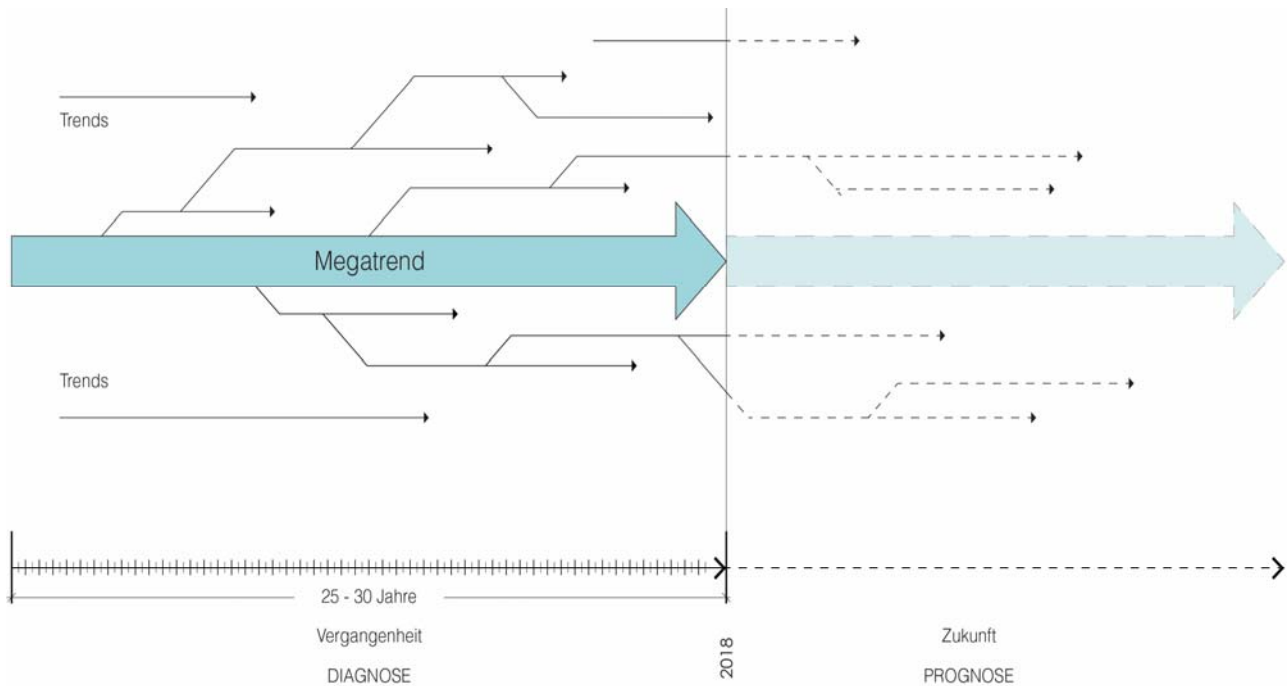


Abbildung 3.1-3: Verlauf und Dauer von Megatrends und Trends im Vergleich (© Urban Factory)

Verglichen mit den Megatrends, sind ihre Subtrends von kürzerer Dauer und treten entsprechend unvermittelt auf. Aufgrund von zum Teil sehr kurzen Diagnosephasen der Subtrends, beispielsweise bei den kurzlebigen Internet-Hypes, ist eine eindeutige Hypothese für die Zukunft unsicher (Pillkahn 2008). Über den Verlauf von den mittelfristig wirkenden soziokulturellen Subtrends hingegen können aufgrund der längeren Beständigkeit begründete Prognosen aufgestellt werden (Abbildung 3.1-3).

Megatrends wirken auf Stadt und Unternehmen

Aus der vorausgegangenen Untersuchung der allgemeinen Trendstrukturen- und Verhältnisse, die sich auf Modetrend, Internet-Hype, Konsum- und Zeitgeisttrends, soziokulturelle Trends sowie die übergeordneten Megatrends beziehen, ergibt sich, dass Trends im Gesamten ein hochdynamisches und zeitbasiertes Netzwerk bilden. Weiterhin kann eine starre und eindeutige Zuordnung eines Einzeltrends zu einem übergeordneten Megatrend nicht in allen Fällen erfolgen, da Megatrends zum Teil thematische Überschneidungen aufweisen (Abbildung 3.1-4).

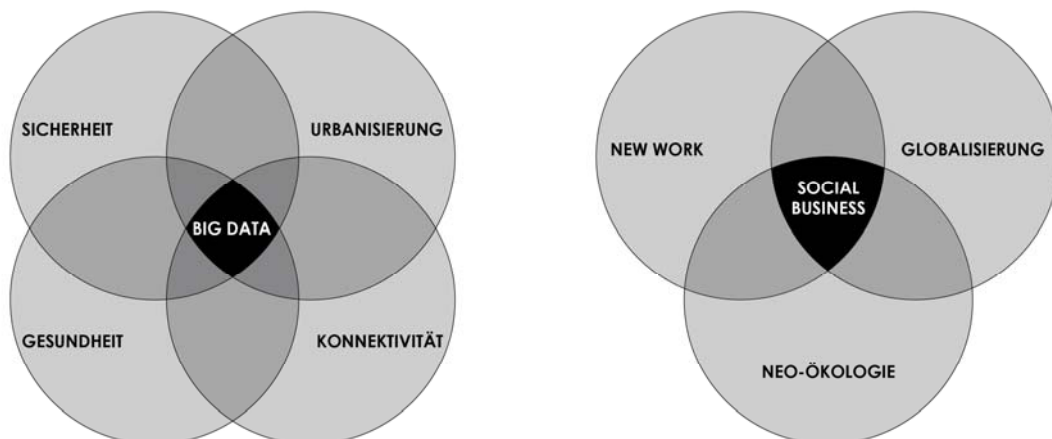


Abbildung 3.1-4: Überschneidungen von Megatrends mit deckungsgleichen Subtrends/ zwei Beispiele (© Urban Factory)

Der hohe Vernetzungsgrad und die zeitliche Komponente von Trendsystemen lassen sich auf Entwicklungen bezüglich Stadt und Fabrik projizieren. Die Vielzahl an Trends, deren inkonsistente Entwicklung und hochgradige Vernetzung bilden den Anlass für eine vertiefende Untersuchung zu diesem Thema.

Basierend auf den fünf am Forschungsvorhaben beteiligten Fachdisziplinen, haben sich folgende externe Einflüsse und Tendenzen herausgebildet, die sich auf Entwicklungen bezüglich Stadt und Produktion auswirken.



Abbildung 3.1-5: Relevante Trends aus der Sicht der fünf beteiligten Fachdisziplinen in alphabetischer Reihenfolge

Um eine angemessene Kategorisierung vornehmen zu können, werden diese Einflüsse im Folgenden als Subtrends verstanden, die den großen Megatrends des Zukunftsinstituts zugeordnet werden. Wie in Abbildung 3.1-6 zu erkennen, kann jedoch, aufgrund von zum Teil erheblichen thematischen Überschneidungen, eine eindeutige Zuordnung eines Subtrends zu nur einem Megatrend nicht immer vorgenommen werden.

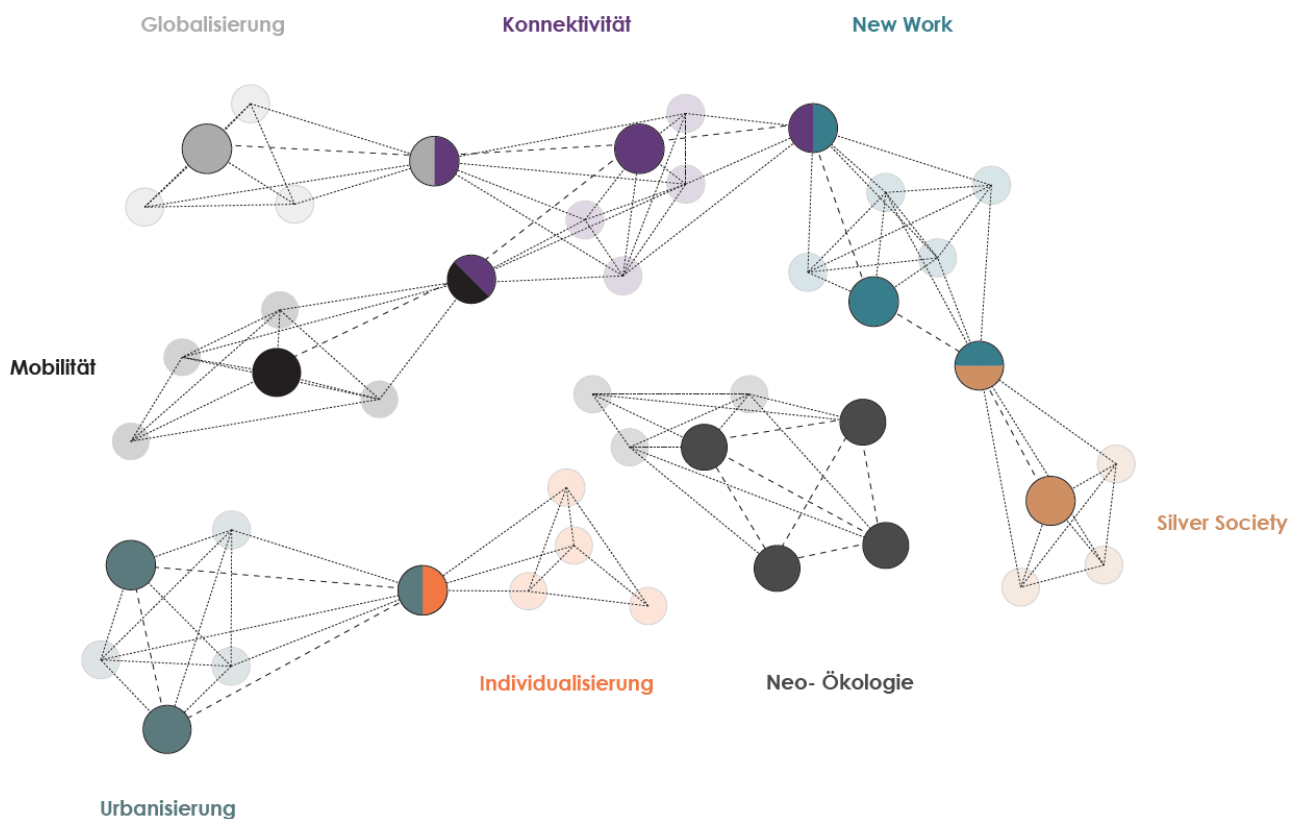


Abbildung 3.1-6: Vernetzung der für das Forschungsvorhaben identifizierten Trends auf der Basis der aktuellen Megatrends als Megatrend-Map (© Urban Factory)

Vielmehr kann das Trendsystern als fluides, übergreifendes Geflecht verstanden werden, das hochgradig vernetzt und flexibel ist. Die Darstellung dient der Verbildlichung der Veränderungen, Vernetzung und Parallelen innerhalb der, für das Forschungsprojekt, relevanten Trends. Die Gleichzeitigkeit der Prozesse und die daraus entstehende Komplexität werden dadurch greifbar und setzen einen Rahmen für die weitere Bearbeitung.

Nachfolgend werden die einzelnen Trends definiert und deren Bedeutung und Vorteile für die Entwicklung ressourceneffizienter Fabriken in der Stadt aufgezeigt.

3.1.2 Reurbanisierung

Urbanisierung als Leittrend hat spätestens im Jahr 2007 globale Aufmerksamkeit erlangt. Zu diesem Zeitpunkt lebten weltweit erstmals mehr Menschen in urbanen Gebieten als im ländlichen Raum. Nach der aktuellen Prognose der Vereinten Nationen, soll sich die rasante Entwicklung der letzten Jahrzehnte weiter fortsetzen. So wird prognostiziert, dass im Jahr 2050 über sechs Milliarden Menschen, etwa zwei Drittel der Weltbevölkerung, in städtisch geprägten Bereichen wohnen werden (United Nations 2014).

Auch in Deutschland wird seit der Jahrtausendwende eine hitzige Debatte über eine Renaissance des urbanen Raums geführt. Nachdem noch Mitte der 1990er Jahre Wohnsuburbanisierung und Stadtflucht prägende Entwicklungsmuster der Stadtregionen waren, verdichten sich aktuell die Hinweise für eine Umkehrung dieses Trends.

Bei der Reurbanisierung kann zwischen zwei räumlichen Ebenen unterschieden werden. Zum einen die Ebene des interregionalen Maßstabs, bei der ein großräumiger Konzentrationsprozess zugunsten von Agglomerationsräumen erkennbar ist und zum anderen die Ebene des intraregionalen Maßstabs, bei dem ein Zugewinn zugunsten größerer Städte stattfindet. Dabei kann es sich in beiden Fällen um eine absolute oder relative Konzentration von Bevölkerung oder Beschäftigten handeln (Siedentop 2008).

Nach dem Rückgang der Suburbanisierungswelle in den 1990 Jahren erfolgte in Ost- und Westdeutschland ein unterschiedlicher Verlauf. Während im Westen Deutschlands die demographischen Verluste noch länger durch Zuwanderungsgewinne kompensiert werden konnten, setzte in den alten Bundesländern eine flächendeckende Schrumpfung ein. Gleichzeitig führte dies zu einer starken interregionalen Polarisierung im Osten Deutschlands. Diese erfolgte zugunsten weniger Zentren wie beispielsweise Leipzig oder Dresden. Wenn auch mit einer gewissen Verzögerung, setzte nach der Jahrtausendwende auch in den alten Bundesländern – ausgelöst durch den wachsenden Sterbefallüberschuss und die rückläufigen Migrationszahlen – ein Schrumpfungs- und Polarisierungsprozess ein (Herfert & Osterhage 2014). Dieser wird auch durch die aktuell hohen Zuwanderungszahlen nicht umgekehrt, so weist Deutschland bis 2060 weiterhin eine negative Bevölkerungsentwicklung auf.

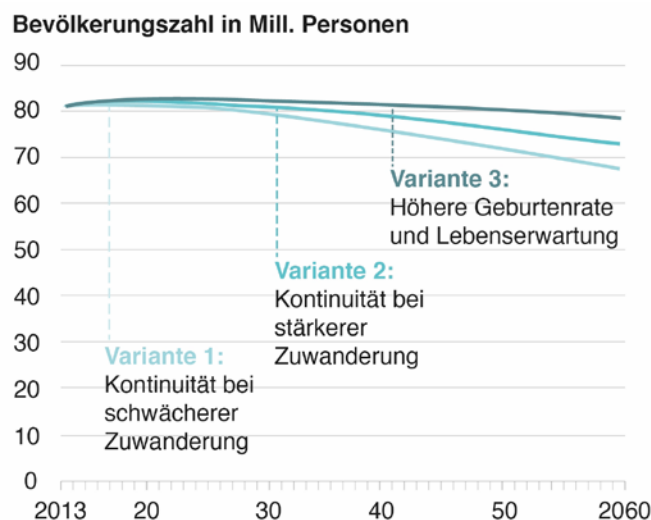


Abbildung 3.1-7: Koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung ab dem Jahr 2014 (Pöttsch & Rössger, 2015)

Laut Statistischem Bundesamt (Pötzsch & Rössger 2015) haben die kurzfristigen Wanderungsgewinne eine nur sehr eingeschränkte Auswirkung auf das langfristige Bevölkerungssaldo des Landes. Eine Umkehrung des Trends der zunehmenden Alterung der Gesamtbevölkerung wird voraussichtlich nicht eintreten. Besonders betroffen von diesen Schrumpfungsverlusten ist dabei der suburbane Raum, der vor allem zugunsten von Großstädten und Ballungsräumen besonders junge Menschen verliert. Vor dem Hintergrund schrumpfender Bevölkerungszahlen in Deutschland spielt daher besonders die relative Konzentration von Bewohnern eine wichtige Rolle für viele Regionen und Städte. Dennoch handelt es sich bei der Reurbanisierung um einen neuen Leittrend der stadtregio-nalen Entwicklung in Deutschland, der zu einer Ablösung des seit den 1990er Jahren vorherrschenden Raummusters der Suburbanisierung führt (vgl. Herfert & Osterhage 2014).

Die Gründe für die neue Attraktivität des urbanen Raums sind in Deutschland vielfältig. Ein zentraler Grund für einen Zuzug in die Stadt, vor allem für junge Menschen, sind weiterführende Ausbildungen bzw. die Aufnahme eines Hochschulstudiums. Darüber hinaus locken das im Vergleich zum ländlichen Raum größere Kultur- und Freizeitangebot, die bessere Arbeitsplatzverfügbarkeit, insbesondere in Großstädten, aber auch die Veränderung der Lebensstile und Haushaltsformen immer mehr talentierte und gut ausgebildete Menschen in die Stadt. Aus dem in der Folge höheren Arbeitskräftepotenzial, können urbane Produktionen durch den städtischen Kontext komparative Standortvorteile generieren.

3.1.3 Funktionale Mischung im urbanen Raum

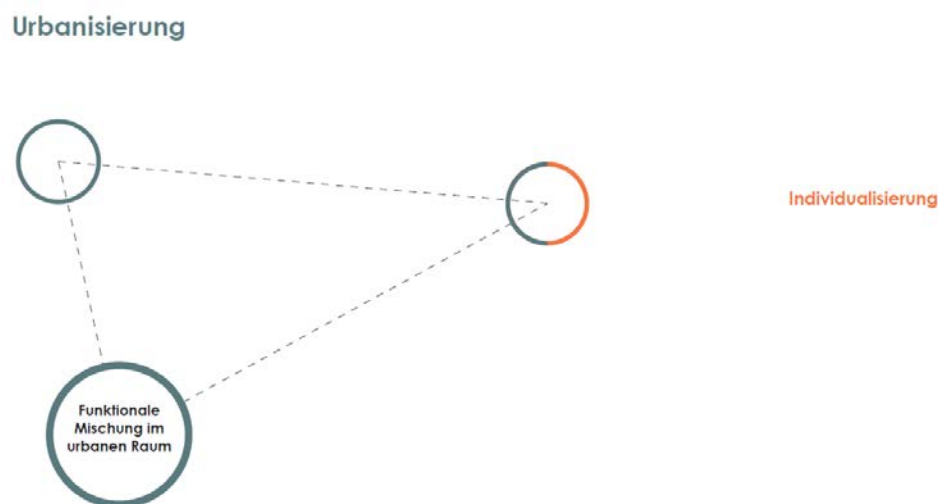


Abbildung 3.1-8: Einordnung des Trends Funktionale Mischung im urbanen Raum in die Megatrend-Map

Die Entwicklung von Stadt und Produktion bedingen sich seit Anbeginn der ersten Städte, welche durch Arbeitsteilung und Zentralität entstanden sind. In vorindustrieller Zeit waren Handwerkliche Produktion und Wohnen kleinteilig in der Stadt miteinander verbunden. Die tiefgreifendste Phase der Urbanisierung erfolgte in Deutschland als Folge der Industrialisierung im 19. Jahrhundert. Mit dem Wandel der Produktionsformen von Kleinwerkstätten zu größeren Fabriken und dem zunehmenden Bedarf an Arbeitskräften kam es zum Wachstum und Wandel der Städte. Die historische Bedeutung der Produktion im kleinteiligen, städtischen Handwerk als häusliche Gemeinschaft ging mit der zunehmenden Mechanisierung und der Bildung von Fabriken verloren.

Während in der Frühphase der Industrialisierung Fabriken auf Freiflächen der Innenstädte entstehen konnten, wurden ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts zunehmend periphere Fabrikstandorte außerhalb der Stadt entwickelt. Aufgrund der geringen Reichweite der Verkehrsmittel (zu Fuß, zu Pferd) folgte die Wohnbebauung und Infrastruktur, gefördert durch die Industrie oder in Form von Spekulation in den neu erschlossenen Gebieten, entlang der Eisenbahnstrecke zu den Produktionsstandorten.

Industrialisierung und Urbanisierung bedingten und beförderten einander. Ab der Mitte des 19. Jahrhunderts kam es nicht nur zu einer quantitativen Urbanisierung - der Zunahme städtischer Bevölkerung, sondern auch zu einer qualitativen Urbanisierung- der Entwicklung hin zu einer städtischen Lebensweise. Die räumliche Enge in der Industriestadt führte zu katastrophalen sozialen und hygienischen Zuständen, sowie hohen Belastungen durch industrielle Emissionen. Bereits zum Ende des 19. Jahrhunderts entstanden Reformbewegungen, die neue Siedlungs- und Gesellschaftsmodelle (Phalanstere, Owen, Gartenstadt von Howard) entwickelten.

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde dann der alten Stadt ein neues Ideal der gegliederten und aufgelockerten Stadt gegenübergestellt. Die Umstellung von Kohle auf Öl und die damit einhergehende Massenmotorisierung im Personen- und Güterverkehr erlaubte eine Trennung der Funktionen Wohnen, Arbeiten, Einkaufen und Erholen. Das Paradigma der Funktionstrennung, propagiert in der Charta von Athen (CIAM 1933), schrieb sich auch in der Baugesetzgebung fest. Unterschiedliche Baugebiete für Wohnen, Gewerbe und Industrie garantierten gesunde Lebens- und Arbeitsverhältnisse und schufen Licht, Luft und Sonne für die breite Bevölkerung. Die negativen Einwirkungen der Produktion auf das Wohnen wurde durch die Ausweisung von Gewerbegebieten am Rande der Stadt und die konsequente Verlagerung von Produktions- und Handwerksbetrieben aus innerstädtischen Blockinnenbereichen (Wohnumfeldverbesserung) minimiert.

Der Preis für diese Verbesserung der Lebensqualität wird ab Ende der 1950er Jahre sichtbar: die Funktionstrennung und die weitläufige Gestaltung der neuen Wohnsiedlungen in geringer Dichte erzeugen kein Gefühl der Urbanität mehr (vgl. IBA Berlin 1957: Hansaviertel). Der Verkehr zur Überwindung der Distanzen zwischen den Gewerbe-, Wohn-, Einkaufs- und Erholungsstandorten wächst kontinuierlich. In den 1960er Jahren wird daraufhin ein neues Leitbild verfolgt, um städtisches Leben zu erzeugen: Urbanität durch Dichte. Die vertikale Verdichtung von Wohnraum versucht eine Urbanität zu erzeugen, die sich in der Umsetzung bis zum Ende dieser Phase Mitte der 1970er Jahre jedoch nicht einstellen will: es wird Dichte erzeugt, aber keine Mischung (vgl. Köln Chorweiler, Hamburg Steilshoop oder Berlin Märkisches Viertel).

Nach den Flächensanierungen, die Innenstädte und kleinteilige Quartiere (teilweise mit produzierenden Betrieben) durch moderne Großformen ersetzen (vgl. Essen Steele), verschiebt sich der Fokus nun zur behutsamen Stadterneuerung der 1980er Jahre. Bestehende Quartiere werden nicht mehr abgerissen, sondern verkehrsberuhigt aufgewertet (IBA Berlin 1987). Neue Wohngebiete entstehen nur noch mit geringer Dichte. Das ökologische Bewusstsein schafft zum Jahrtausendwechsel auch im Städtebau neue Leitbilder: die Stadt der kurzen Wege, die kompakte Stadt, Nutzungsmischung und die „Europäische Stadt“ als Ideal der kleinteiligen, urbanen und sozial integrierenden Stadt. Trotz des ökologischen Anspruchs schreitet der „Flächenverbrauch“ der sich ausbreitenden Städte und Siedlungen in der Realität weiter voran. Bestehende Produktionsbetriebe, die sich im Laufe der Zeit aus beengten Gemengelagen an den Stadtrand umgesiedelt haben, werden von heranrückender Wohnbebauung eingeholt und im schlimmsten Fall in ihren Erweiterungs- und Gestaltungsspielräumen eingeschränkt. Der Schutz der gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnisse als Grundprinzip der Planung verhindert ein zu enges Nebeneinander von Wohnen und Produktion. Nur die nicht störenden Betriebe sind in Verbindung mit Wohnen zulässig.

Vor dem Hintergrund des Klimawandels, der Energiewende und neuer Produktionsformen kann, in Anbetracht der derzeitigen Diskussion um Dichte, Mischung und dem Trend zur Reurbanisierung auch die Produktion wieder eine Zukunft in der Stadt haben, sofern ihre Emissionen so gering sind, dass sie als nicht störendes Gewerbe in Wohn- und Mischgebieten zulässig ist.

Besonders unter den Aspekten innovative Produktionstechnologien und technologischer Fortschritt besteht zudem eine Notwendigkeit das aktuelle Planungsrecht anzupassen, wie schon mit der im Mai 2017 in die Baunutzungsverordnung (BauNVO) eingeführten Gebietskategorie „Urbanes Gebiet“ begonnen.

3.1.4 Bauwerksqualität

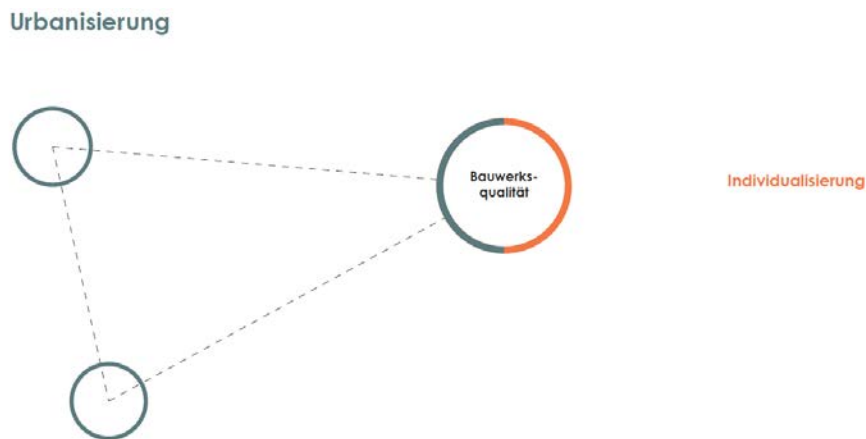


Abbildung 3.1-9: Einordnung des Trends Bauwerksqualität in die Megatrend-Map

Die Bauwerksqualität kann großen Einfluss auf die Akzeptanz von Industrie- und Gewerbebauten in ihrem städtischen Umfeld haben. Dabei spielen die Betrachtung von außen durch die urbane Nachbarschaft, von innen durch die Nutzer sowie letztendlich die unternehmerischen Ziele und Möglichkeiten des Inhabers und/oder Betreibers eine bedeutende Rolle.

Als bauliche Schnittstelle zwischen Produktion und Stadt tritt die Bauwerksqualität aus Sicht der urbanen Nachbarschaft besonders unter visuellen Gesichtspunkten, sowie als Schutzmantel von Immissionen und vor Emissionen jeglicher Art auf. Visuell treten unter anderem Farbgebung, Materialität und Dimension in Höhe, Breite und Länge sowie Außenraumgestaltung der Außenhülle und die baukörperliche Fügung in das städtische Ensemble in Erscheinung. Der Ausbildung der konkreten Schnittstelle zwischen Stadt und Produktion, der Werksgrenze, kommt dabei in ihrer baulichen Ausformulierung eine besondere Rolle bei der Betrachtung durch das Umfeld zu. Unter dem Gesichtspunkt der Permeabilität kann eine optische und/oder physische Offenheit, aber durch Ausbildung einer bewussten oder unbewussten Grenze auch eine bewusste Abschottung erzeugt werden. Die Bauwerksqualität kann, zusammen mit den Aspekten der Adressbildung und Repräsentation, Einfluss auf das Image eines Produktionsstandortes und die Akzeptanz durch das urbane Umfeld haben. Bei industriellen Bauten stehen naturgemäß funktionelle Bedürfnisse, abgeleitet aus der wirtschaftlichen Tätigkeit und den notwendigen Betriebsabläufen im Vordergrund. Ästhetische Aspekte und die architektonische Qualität werden nur in Ausnahmefällen berücksichtigt bzw. gewünscht. Dies gilt insbesondere für die Gebäudehülle.

Neben diesen ästhetisch-funktionalen Gesichtspunkten zeigt sich die Bauwerksqualität des Weiteren im Umgang mit Emissionen wie z. B. Lärm durch Produktion und Logistik, Licht im Außenraum und durch Fassadengestaltung, Geruch, Abwärme oder Abwasser und beeinflusst deren Auftreten in der urbanen Nachbarschaft z.B. durch die Ausführung der TGA, aber auch Ausformulierung und Qualität der Hülle sowie Setzung auf dem Areal.

Die Qualität der baulichen Struktur beeinflusst auch den Nutzer, der als Teil der Stadtgesellschaft - aber nicht zwingendermaßen Teil der urbanen Nachbarschaft - einen abweichenden Betrachtungswinkel hat. Hier spielen z. B. die Qualität des Arbeitsplatzes, das Angebot und der Zustand von Pausen- und Außenbereichen sowie das Vorhandensein zusätzlicher Angebote wie z. B. Verpflegungsmöglichkeiten, Kinderbetreuung etc. eine verstärkte Rolle. Diese Aspekte können identitätsstiftend im positiven / negativen Sinne wirken. Für das urbane Umfeld kann durch die Zufriedenheit der Nutzer und deren Kommunikation nach außen eine Beeinflussung der Akzeptanz erfolgen.

Aus Sicht des Eigentümers bedeutet Bauen für die Industrie im urbanen Kontext generell einen höheren Planungsaufwand durch erschwerte rechtliche und planerische Rahmenbedingungen sowie einen erhöhten Ausführungsaufwand durch erschwerte Erstellungsbedingungen oder z. B. der Notwendigkeit der Nutzung höherwertigerer Materialien. Zentral für die Qualität der Bauwerke bzw. des gebauten Produktionsareals ist der Eigentümer und/oder Betreiber, der sich mit Fokus auf seine wirtschaftliche Tätigkeit im Spannungsfeld des Handlungsdreiecks von Kosten, Qualität und Zeit bewegt.

Vor diesem Hintergrund ergeben sich Herausforderungen für ressourceneffiziente Gebäude im Sinne der Urban Factory. So werden Industriebauten in der Regel so entworfen und gebaut, dass eine möglichst kurze Amortisationsdauer (Erstellungskosteneffizienz) erzielt wird und selten nach Life-Cycle-Costing (LCC) oder Total-Cost-Ownership (TCO) (Sonntag & Voigt 2011). Somit werden Bauten häufig nicht langfristig wandlungsfähig (Wachsen bzw. Schrumpfen) geplant, um auf zukünftige wirtschaftliche oder technologische Entwicklungen reagieren zu können. Andererseits gewinnt in der Baubranche generell, aber zunehmend auch im Industriebau oder für ganze Quartiere nachhaltiges Bauen und dessen imagebildende Zertifizierung an Bedeutung. Hierzu wurden in Deutschland und weltweit Zertifizierungssysteme entwickelt (z.B. DGNB, BREEAM, LEED), die die ökologische, soziale und ökonomische Qualität von Gebäuden anhand unterschiedlicher Kriterienkataloge bewerten. Parallel dazu entwickeln Interessensverbände, wie z.B. die Arbeitsgemeinschaft Industriebau e.V., eigene Nachhaltigkeitsleitfäden für ihre Mitglieder, die das Thema langfristige Bauwerksqualität adressieren. Ein Zertifizierungssystem für nachhaltige, nutzungsgemischte Quartiere unter Einbezug der Produktion existiert bislang allerdings nicht.

3.1.5 Klimawandel

Neo Ökologie

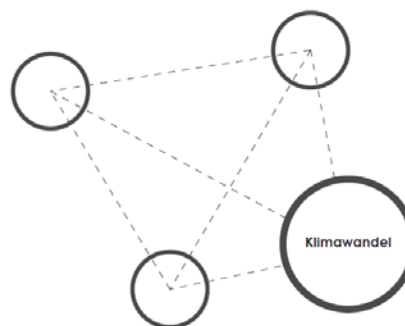


Abbildung 3.1-10: Einordnung des Trends Klimawandel in die Megatrend-Map

Auch wenn es sich beim Klimawandel um eine natürliche, nicht anthropogene Erscheinung handeln kann, wird im Allgemeinen unter dem Begriff, in seiner heutigen Verwendung, die anthropogen verursachte Veränderung des Klimas auf der Erde verstanden (Günther 2018).

Vor diesem Hintergrund alarmieren die Messwerte des The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), nach denen jede der letzten drei Dekaden „sukzessive wärmer als alle vorangegangenen Jahrzehnte seit 1850“ und somit der Zeitraum „von 1983 bis 2012 [...] wahrscheinlich die wärmste 30-Jahres-Periode der letzten 1400 Jahre auf der Nordhalbkugel“ war. (Pachauri & Meyer, 2016) Diese Feststellungen des IPCC zeigen den immensen gegenwärtigen Handlungsbedarf im Hinblick auf die Abmilderung einerseits des Klimawandels, sowie andererseits die jeweils regional unterschiedlichen Auswirkungen des lokalen Klimawandels.

Die Hauptverursacher des vom Menschen bedingten Klimawandels sind die Städte der Industriestaaten und die ländlichen Regionen der Schwellen- und Entwicklungsländer. Während die ländlichen Regionen von Schwellen- und Entwicklungsländer vor allem durch Abholzung von Waldgebieten die Kompensationsfähigkeit von CO₂-Emissionen mindern, sind urbane Regionen in Industrieländern die Hauptemittenten von CO₂ (Greiving & Fleischhauer 2012; Pachauri & Meyer 2016). Die CO₂-Emissionen können in Deutschland unterschiedlichen Quellkategorien zugeordnet werden. Dabei emittieren neben der Energiewirtschaft (ca. 38 %) Industrie (ca. 23 %) und der Transportsektor (ca. 20 %) am meisten CO₂ (Umweltbundesamt 2019). Mit urbanen Regionen als Hotspot der CO₂-Emission und den Sektoren Industrie und Transport als großen Emittenten umfasst das Forschungsvorhaben ein großes Potenzial zur Minderung negativer Effekte durch den Ausstoß von CO₂. Dies gilt insbesondere für die Zukunft, da von einer insgesamt wachsenden Weltbevölkerung und einer zunehmenden Urbanisierung (siehe Abschnitt 3.1.2) ausgegangen wird.

Um dem Klimawandel effektiv zu begrenzen müssen Städte zukünftig Lösungsansätze für nachhaltige Produktion und Geschäftsmodelle, nachhaltiges Wohnen, nachhaltige Mobilität bzw. Lebensqualität entwickeln.

3.1.6 Ressourcenverknappung

Neo Ökologie

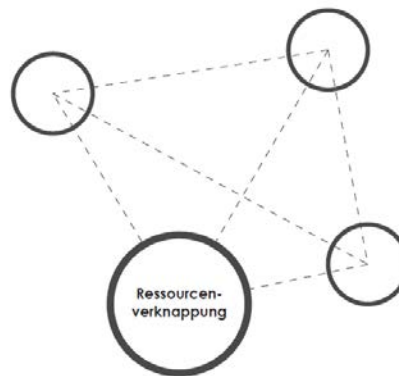


Abbildung 3.1-11: Einordnung des Trends Ressourcenverknappung in die Megatrend-Map

Der Begriff Ressourcenverknappung - auch Ressourcenproblem - beschreibt die schwindende Verfügbarkeit wirtschaftlich notwendiger, natürlicher Ressourcen (Feess 2018). Wurden 1990 insgesamt 2.632 Terrawattstunden (TWh) Energie in Deutschland genutzt (Endenergieverbrauch), waren es 2017 2.591 TWh (ca. -1,5%) (Umweltbundesamt, 2018). In den vergangenen knapp 30 Jahren wurden somit kaum Effizienzpotentiale erschlossen oder diese durch einen steigenden Energiebedarf fast vollständig kompensiert.

Der Verknappung endlicher Ressourcen steht die Nutzung regenerativer bzw. unendlich zur Verfügung stehender Ressourcen (bspw. Sonnenenergie, Windenergie, Geothermie, Biomasse etc.) als Alternative gegenüber. Zur Steigerung des Anteils regenerativer Ressourcen bis hin zum vollständigen Ersatz endlicher Ressourcen, wurden bereits Anstrengungen unternommen. Diese Entwicklung ist jedoch noch nicht abgeschlossen. Im Speziellen wird auf diese im Abschnitt Energiewende (siehe Abschnitt 3.1.7) eingegangen.

Mit einem deutlich reduzierten Gesamtendenergiebedarf und dem bis dahin vollständigen Ersatz fossiler Energieträger ist es möglich der Herausforderung der Ressourcenverknappung effektiv zu begegnen. Für 2050, unter der Annahme, dass „Minderungspotentiale bis zum Jahr 2050 nahezu vollständig erschlossen sind“, wird ein Gesamtenergiebedarf von ca. 846 TWh (ca. -68%) prognostiziert (Klaus et al. 2010). Dazu müssen jedoch in den kommenden 30 Jahren erhebliche Anstrengungen unternommen werden. Vor diesem Hintergrund soll das Forschungsvorhaben Urban Factory dazu beitragen, die Effizienz hinsichtlich der Nutzung facettenreicher Ressourcen im Kontext von Stadt und Fabrik (bspw. Treibstoff, Fläche, Elektrizität, Wärme) zu steigern. Eine somit adäquate Lösung endlicher Ressourcen würde die Standortsicherheit auch in Deutschland für den Industriesektor nachhaltig steigern.

3.1.7 Energiewende

Neo Ökologie

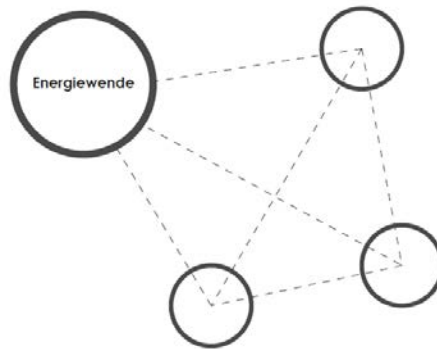


Abbildung 3.1-12: Einordnung des Trends Energiewende in die Megatrend-Map

Der Begriff Energiewende ist nach der Atommeiler-Katastrophe in Fukushima (2011) von der damaligen Bundesregierung geprägt worden und wird somit heute häufig mit dem 2011 besiegelten Ende der Kernkraft in Deutschland gleichgesetzt. Tatsächlich werden unter dem Begriff Energiewende allerdings verschiedene Bemühungen subsumiert die Energieversorgung in Deutschland durch fossile Energieträger und Kernenergie auf erneuerbare Energien umzustellen. Ziel ist es die potenziellen Gefahren der Kernenergieerzeugung und gleichzeitig den Ausstoß von CO₂ durch Energieerzeugung mit fossilen Energieträgern zu mindern bzw. zu vermeiden. (Maubach 2014)

Bemühungen, die Energieversorgung entsprechend umzustrukturieren sind bereits seit der Jahrtausendwende stärker forciert worden. Zu diesem Zweck wurde beispielsweise bereits im Jahr 2000 das Erneuerbare-Energien-Gesetz ratifiziert (vgl. EEG). Zwei Jahre später folgte die Ratifizierung der Energieeinsparverordnung (vgl. EnEV), des Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetzes (vgl. KWKG) sowie die Ratifizierung der Novellierung des Atomgesetzes (vgl. AtG). Dieses Bündel an Gesetzen und Verordnungen sollte den Klimaschutz primär durch CO₂-Einsparung sicherstellen.

Die Novellierung des Atomgesetzes sicherte die Zielsetzung der damaligen Bundesregierung, einerseits keine weiteren Atommeiler zu bauen und andererseits die bestehenden Meiler mit einer beschränkten Laufzeit zu belegen. In den darauffolgenden neun Jahren verlor die grundlegende Umstrukturierung der Energieversorgung, auch aufgrund politischer Wechsel, an Euphorie. Gegenätzlich zur vorangegangenen Novellierung, beschloss die folgende Bundesregierung im Jahr 2010, das Atomgesetz wiederum hinsichtlich längerer Laufzeiten für bestehende Atommeiler umzuformulieren; bis zur Atommeiler-Katastrophe in Fukushima im Jahr 2011. Darüber hinaus wurden beispielsweise auch das Baugesetzbuch (vgl. BauGB) sowie die damit verbundenen Gesetze und Verordnungen hinsichtlich einer klimagerechten Planungspolitik umfassend geändert. Im Oktober 2014 beschloss zudem der Europäische Rat einen selbstverpflichtenden Klima- und Energierahmen. Dieser Rahmen stellt für die EU-Mitgliedsstaaten ein Paket facettenreicher Ziele, Pflichten, Richtlinien etc. dar, die es bis zum Jahr 2030 einzuhalten und zu erreichen gilt. (Maubach 2014; Radtke & Kersting 2018; Scheffler 2014)

Um die politisch ratifizierten Klima-Ziele zu erreichen und um die mit der Umsetzung der Energiewende einhergehenden finanziellen Mehrkosten abzumildern, hat die Bundesregierung immer wieder die Energieforschungsprogramme novelliert (Winkler 2017). Insbesondere das fünfte („Innovation und neue Energietechnologien“) und sechste Energieforschungsprogramm („Forschung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“) spielen dabei eine zentrale Rolle.

3.1.8 Nachhaltigkeit

Die in den letzten Jahren vorherrschende Definition von Nachhaltigkeit geht auf den Brundtland-Bericht zurück und beschreibt nachhaltige Entwicklung als eine solche, die, „die Bedürfnisse der Gegenwart befriedigt, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können.“ (Hauff 1987) Nachhaltigkeit ist demnach eine Frage der intergenerativen Gerechtigkeit. Diese soll sowohl auf ökologischer, ökonomischer als auch auf sozialer Ebene gelten, womit das Dreisäulenmodell der Nachhaltigkeit mit den entsprechenden Dimensionen ökologisch, ökonomisch und sozial begründet wurde. Aktuell werden intensive Diskussionen geführt um eine Abkehr vom Konzept der absoluten Nachhaltigkeit hin zu einer relativen Betrachtungsweise nachhaltiger Entwicklung im Rahmen von Grenzen der Tragfähigkeit von Systemen (beispielsweise „Planetary Boundaries“ (Rockström et al. 2009))



Abbildung 3.1-13: Dimensionen der Nachhaltigkeit i.A.a. (Siebenhüner, 2001)

Ökonomische Nachhaltigkeit hat das vorrangige Ziel, Lebens- und Produktionsgrundlagen zu sichern und ein funktionsfähiges, stabiles und wachsendes Wirtschaftssystem zu gewährleisten (Glathe 2010; Hauff 2012). Ökologische Nachhaltigkeit bezieht sich auf den Schutz der Ökosphäre und die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen (Glathe 2010; Zimmermann 2016). Zentrales Merkmal sozialer Nachhaltigkeit ist eine selbstbestimmte Lebensführung auf Basis der eigenen Arbeit. In Erweiterung kann diese Dimension auch mit Sozialverträglichkeit umschrieben werden (Corsten & Roth 2012). Dabei sollen Lebenschancen, Einkommen und gesellschaftlicher Wohlstand gerecht verteilt sein.

Die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit sind nicht isoliert zu betrachten, sondern sind über viele Faktoren abhängig zueinander. So ist beispielsweise die natürliche Lebensgrundlage und damit einhergehend die Entnahme oder Nutzung natürlicher Ressourcen die Basis jedes wirtschaftlichen Handelns. Aus diesen Verflechtungen wurden verschiedene Konzepte zur Priorisierung oder integrierten Betrachtung der Nachhaltigkeitsdimensionen entwickelt. Im Folgenden wird das Spannungsfeld, das von den drei Dimensionen aufgespannt wird, kurz anhand des Konzepts nach Steuerer (Steurer 2001) umrissen. Im Kern geht es dabei um die Frage, ob die nachhaltige Entwicklung anthropozentrisch oder ökozentrisch interpretiert und praktiziert wird.

In der anthropozentrischen Auslegung, auch als schwache Nachhaltigkeit bezeichnet, wird davon ausgegangen, dass Naturkapital und (menschengemachtes) Sachkapital ersetzbar sind. Zur Gewährleistung einer nachhaltigen Entwicklung ist lediglich die Summe von Natur- und Sachkapital konstant zu halten. In der ökozentrischen Auslegung, auch als starke Nachhaltigkeit definiert, wird diese Substituierbarkeit grundsätzlich negiert, sodass beide Kapitalarten nicht voneinander beeinflusst werden. Diese beiden Auslegungen stehen sich daher unvereinbar gegenüber und sind in Ihrer Grundsätzlichkeit kaum praktikabel umsetzbar. So sollte es aus anthropozentrischer Sicht

möglich sein, das Naturkapital als natürliche Lebensgrundlage vollständig durch menschengemachtes Kapital zu ersetzen. Genauso unmöglich ist allerdings auch eine wirtschaftliche Tätigkeit ohne den Einsatz natürlicher Ressourcen.

Das Konzept der ausgewogenen Nachhaltigkeit versucht, beide Auslegungen über die Grenzen der Substituierbarkeit zu verknüpfen. Dabei wird, in Abhängigkeit der Schwere der zu erwartenden Auswirkungen, die Möglichkeit und das Ausmaß der Substituierung unterschiedlicher Formen des Naturkapitals durch das Sachkapital bestimmt. Je nach Festlegung kann dabei stärker anthropozentrisch oder ökozentrisch agiert werden.

Die DIN ISO 26000 (DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 2011) übersetzt das Konzept der ausgewogenen Nachhaltigkeit in entsprechende Verbrauchsregeln für regenerative und endliche Ressourcen. Regenerative Ressourcen sollen mit einer geringeren oder gleichen Rate verbraucht werden, mit der sie sich erneuern. Dagegen sollen endliche Ressourcen nur in dem Maße verbraucht werden, indem sie durch nachhaltig genutzte, regenerative Ressourcen ersetzt werden können.

Im Kontext ausgewogener Nachhaltigkeit wird die Beziehung der ökologischen und ökonomischen Dimensionen der Nachhaltigkeit anhand von Natur- und Sachkapital deutlich. Die Entsprechung der sozialen Dimension ist das Humankapital. Als Beispiel für eine entsprechende Konfliktbeziehung zwischen Human- und Sachkapital ist das Rentensystem – als seinerseits intergeneratives System – zu nennen. So sind Entscheidungen bezüglich des Rentenniveaus oder des Renteneintrittsalters immer im Spannungsfeld zwischen sozialer Verträglichkeit und ökonomischer Leistungsfähigkeit zu treffen.

Vor diesem Hintergrund lässt sich auch die Integration von Produktionsstandorten in den urbanen Raum als Spannungsfeld ansehen. Hier kommt es besonders darauf an, die unterschiedlichen Interessen und Bedürfnisse der Akteure, in diesem Kontext die Stadtgesellschaft, das produzierende Unternehmen oder die Kommune in Einklang zu bringen.

Ein weiterer Bezug der nachhaltigen Entwicklung zum Forschungsprojekt ergibt sich aus der Notwendigkeit zur Zusammenarbeit der unterschiedlichen Akteure. Das als Gefangenendilemma bekannte Phänomen bezeichnet Situationen, in denen die Verfolgung eigener Interessen, selbst wenn diese aus Sicht des Einzelnen rational ist, nicht zum Besten Ergebnis für sich selbst oder andere führt (Dupré 2010). Übertragen auf eine nachhaltige Entwicklung bedeutet dies, dass alle Akteure – sofern nicht gesetzlich reglementiert – davon überzeugt sein müssen, dass nachhaltiges Handeln, obwohl es beispielsweise mit höheren Kosten oder geringerem Komfort verbunden ist, zu Vorteilen für alle führt und dass alle diese Überzeugung auch umsetzen (Corsten & Roth 2012). Im Forschungsprojekt soll daher ein Gesamtnutzen durch die Zusammenarbeit und die gemeinschaftliche Nutzung von Ressourcen identifiziert und Maßnahmen entwickelt werden, die diesen Zustand ermöglichen.

3.1.9 Globalisierung

Globalisierung

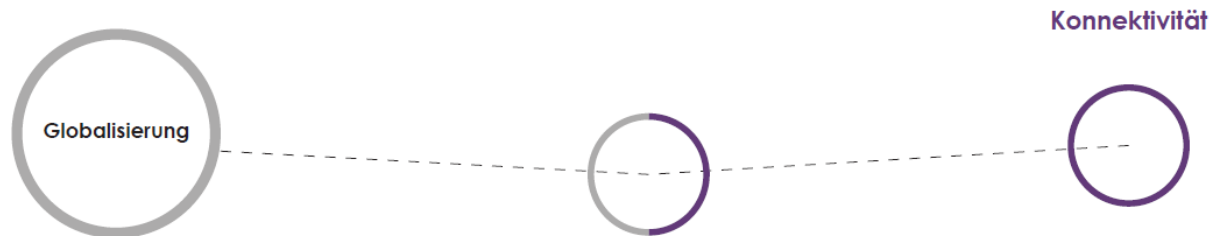


Abbildung 3.1-14: Einordnung des Trends Globalisierung in die Megatrend-Map

Der weltweite Abbau von Handelszöllen und technologische Entwicklungen, vor allem in der Informationstechnologie, haben dazu geführt, dass nationale Wirtschaftsräume heutzutage eng miteinander verflochten sind. Durch die Senkung von Kosten für Energie und Transport ist der weltweite Warenexport seit 1950 stetig gestiegen. Insbesondere für Deutschland als eine der führenden Exportnationen ist der globale Handel von großer Bedeutung.

In der globalisierten Welt spielen Städte bzw. urbane Räume eine zentrale Rolle. Mit einem Anteil von ca. 54% leben heutzutage weltweit mehr Menschen im städtischen Raum als in ländlichen Regionen. Bis 2030 werden es ca. 60 % sein (United Nations 2014). Dabei stehen Städte für Innovation und Wirtschaftskraft. Dies wird erst durch die räumliche Nähe von Unternehmen, Zulieferern und Kunden, sowie einer besseren Vernetzung und einem intensiveren Informationsaustausch zwischen diesen möglich. Das Potential und die ökonomische Kraft des urbanen Raums werden durch eine Vielzahl von Studien hervorgehoben. Nahezu die Hälfte der weltweiten Wirtschaftsleistung wurde zwischen 2014 und 2016 innerhalb der 300 größten Metropolregionen erwirtschaftet, obwohl hier nur etwa ein Fünftel der Weltbevölkerung lebt. (Bouchet et al. 2018) Gleichzeitig wächst die Wirtschaftsleistung dieser Regionen deutlich stärker als in ländlichen Regionen. Dabei ist die räumliche Konzentration der Bevölkerung nicht die alleinige Ursache für das hohe ökonomische Gewicht der Städte. Neben einer ausgeprägten sozialen Dynamik und einem hohen gesellschaftlichen Innovationsgrad (Carlini et al. 2007) sind auch die Herausforderungen einer nachhaltigen Entwicklung hier verstärkt zu finden. Es entstehen durch die Ansammlung von Menschen verschiedener Herkunft, Kulturen, Religionen und sozialem Stand häufig soziale Konflikte, die sich nicht nur auf die soziale Entwicklung von Städten auswirken. Dort wo der Mensch sehr aktiv ist, bleibt auch wenig Raum für die regionale Flora und Fauna. Durch Versiegelung und Fragmentierung von Flächen werden natürliche Ökosysteme und Lebensräume eingeschränkt und es gehen die damit verbundenen Ökosystemdienstleistungen verloren. In Städten werden die Herausforderungen nachhaltiger Entwicklung zentralisiert (United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat) 2016).

Die Globalisierung führt jedoch nicht nur zu immer größeren Städten, sondern auch zu einem stark erhöhten Warentransport zwischen diesen. Sinkende Kosten für Gütertransportleistungen und Telekommunikation ermöglichen einen immer intensiveren Handelsverkehr rund um den Globus. Gleichzeitig erfahren Unternehmen einen höheren produktbezogenen Logistikaufwand und eine stärkere Fragmentierung von Wertschöpfungsketten (Blyde & Molina 2015). Während 1950 Waren im Wert von ca. 62 Milliarden US-Dollar global gehandelt wurden, waren es 2014 Waren im Wert von ca. 18,9 Billionen US-Dollar nach Angaben der WTO. Dieser immense Anstieg ist mit einem massiven Verbrauch von fossilen Energien und den daraus resultierenden Emissionen von Treibhausgasen verbunden. Im Jahr 2009 wurden beispielsweise 45% des Gesamtenergiebedarfs für den Güterverkehr benötigt (Edenhofer et al. 2014). Gleichzeitig verändert der Handel unsere Umwelt, indem immer mehr Straßen, Häfen und Flughäfen benötigt und über diese Tier- und Pflanzenarten global in fremde Ökosysteme verschleppt werden.

Um die großen Mengen an gehandelten Produkten herstellen zu können, musste sich auch die Industrie im Zuge der Globalisierung an die neuen Gegebenheiten anpassen. Produktionsstätten wurden verlagert, der Automatisierungsgrad erhöht und Rohstoffe global gehandelt um Kosten einzusparen. Gleichzeitig wurden Produkte vereinheitlicht, um diese massenweise in automatisierten Produktionsketten herstellen zu können. Im Zuge neuer Produktions- und Konsummuster könnte dieser Trend jedoch rückläufig werden. In allen Dimensionen der Nachhaltigkeit – ökonomisch, ökologisch und sozial – können sich durch die Regionalisierung und Urbanisierung von Wertschöpfungsschritten Vorteile ergeben.

3.1.10 Vernetzung

Globalisierung

Konnektivität

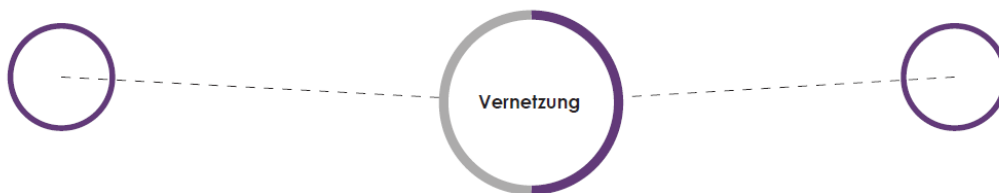


Abbildung 3.1-15: Einordnung des Trends Vernetzung in die Megatrend-Map

Die digitale Vernetzung stärkt das Kommunikationspotential in allen Ebenen (Mensch-Mensch, Mensch-Maschine und Maschine-Maschine). Physische Informationen und deren Transfer werden heutzutage in einigen Bereichen durch digitale Kommunikation ersetzt.

Diese Kommunikation findet basierend auf einer meist multidirektionalen Verbindung mehrerer Elemente statt, die in einer netzartigen Struktur verbunden sind. Neben der Generierung, Speicherung und Kommunikation von Wissen in einem bis heute nie dagewesenen Ausmaß, reduzieren sich die Kommunikationsverzögerungen erheblich und sind nur noch minimal von der physischen Entfernung abhängig. Die digitale Infrastruktur wird heute von Unternehmen und Gesellschaft gleichermaßen als ähnlich wichtig betrachtet, wie die „klassische“ Infrastruktur (Straßen, Brücken, etc.).

Das auf Vernetzung basierende „Internet der Dinge und Dienstleistungen“ wird auch als vierte industrielle Revolution bezeichnet. In cyber-physischen Systemen werden real (physische) und digital (cyber) existierende Elemente verbunden, um neue Funktionalitäten zu erreichen. Dabei werden aus der realen Welt Daten in die virtuelle Welt übertragen und dort in digitalen Modellen verarbeitet. Die entstehenden Ergebnisse und Erkenntnisse werden über Handlungsempfehlungen oder direkte digitale Verbindungen wieder in die reale Welt überführt zur Beeinflussung physischer Systeme.

Der Mensch sollte dabei im Mittelpunkt stehen und im Produktionskontext als kreatives oder kontrollierendes Element mit der finalen Entscheidungsgewalt agieren (Thiede et al. 2016). Cyber-physische Systeme basieren auf eingebetteten Systemen („embedded systems“) und ermöglichen internetbasierte Geschäftsprozesse, mobile Dienste und die räumliche Entkopplung von Maschinen, Prozessen und Dienstleistungen (Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft (Hrsg.) 2012).

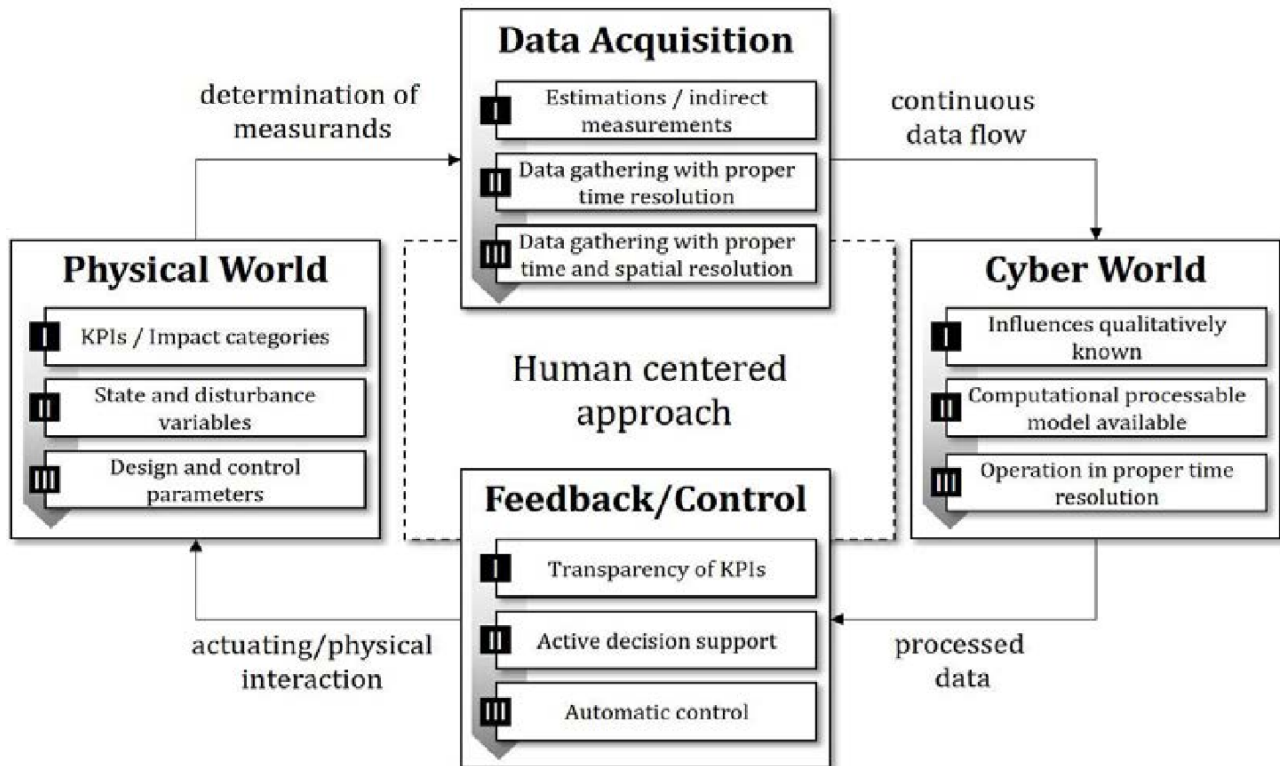


Abbildung 3.1-16. Menschzentrierter Ansatz digitaler Systeme nach Thiede, Juraschek und Herrmann 2016

Die Vernetzung ist ein elementares Werkzeug für Unternehmen geworden um mit Geschäftspartnern, Kunden und weiteren Akteuren zu kommunizieren und Kooperationen sowie Beziehungen aufzubauen und zu pflegen. Neue Geschäftsmodelle, wie zum Beispiel Suchmaschinen oder Onlinehandel, basieren auf Dienstleistungen, die es ohne eine digitale Vernetzung nicht geben würde. Gleichzeitig entwickelt sich im Zuge der Initiative „Industrie 4.0“ eine vernetzte Produktion, wodurch diese individueller und effizienter gestaltet werden kann. Es werden neue Themen wie Datenschutz und Big Data zunehmend wichtiger, um aus den riesigen, anfallenden Datenmengen Innovationen und neue Erkenntnisse zu generieren und dabei sensible Daten zu schützen. Es ergeben sich auch eine Vielzahl neuer Geschäftsmodelle, wie zum Beispiel das temporäre, digitale Freischalten physischer Funktionen „on demand“ oder „plug & produce“-Funktionalitäten. Protokolle dienen als Basis und Ordnungsrahmen der digitalen Kommunikation.

Auch im urbanen Raum findet eine fortschreitende Digitalisierung statt, die oftmals unter dem Begriff „Smart Cities“ zusammengefasst wird. In Smart Cities werden Vernetzung und das Internet der Dinge genutzt, um den urbanen Herausforderungen und Aufgaben zu begegnen. Die gesteigerte Datenverfügbarkeit soll dabei genutzt werden und Entscheidungs- und Entwicklungsprozesse unterstützen, Gefahren frühzeitig zu erkennen und neue urbane (Dienst-) Leistungen ermöglichen (United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat) 2016). Die Vernetzung von Produktion mit dem Stadtraum bietet großes Potential zur Steigerung der Innovationsfähigkeit, zum Beispiel mittels verschiedener datenbasierter Methoden (Stichworte „Data Mining“ und „Big Data“). Ein wichtiger Aspekt ist bei allen genannten Punkten die digitale Sicherheit.

3.1.11 Veränderte Logistik

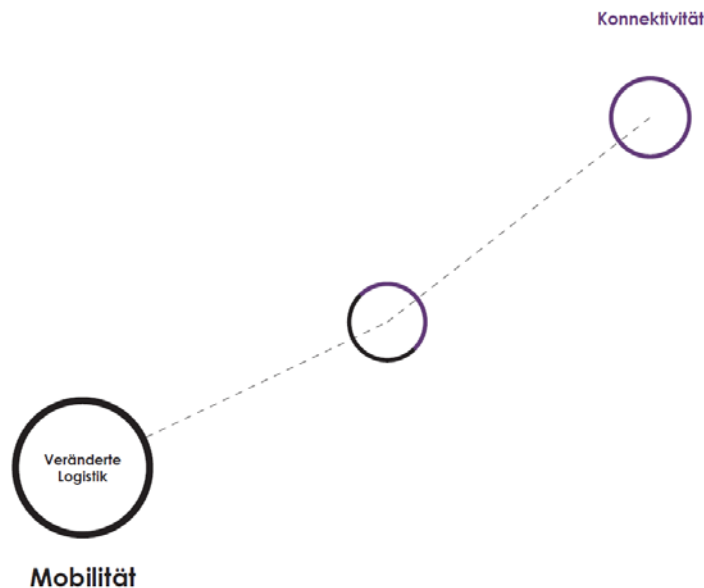


Abbildung 3.1-17: Einordnung des Trends Veränderte Logistik in die Megatrend-Map

Logistik beschreibt die Planung, Steuerung, Überwachung und Durchführung räumlicher und zeitlicher Transformationsprozesse von Material, Personen, Energie und Information sowie deren Wechselwirkungen (Clausen 2013). Für das Forschungsprojekt liegt der Fokus aus logistischer Perspektive auf Material- und Personenflüssen und – als Schnittstelle zwischen Stadt und Fabrik – auf deren außerbetrieblichem Transport, der über die (i. d. R. öffentliche) Verkehrsinfrastruktur erfolgt (Clausen 2013).

Für die Zukunft ist mit einem Verkehrswachstum zu rechnen. Bis 2050 rechnet die OECD (OECD 2015) mit einem weltweiten Anstieg der Güterverkehrsleistung je Verkehrsträger zwischen 400% und 600%. Auch innerhalb Deutschlands wird ein Anstieg prognostiziert. Das Verkehrsaufkommen wird bis 2050 um 50% auf 5,5 Mrd. t zunehmen, während sich die Verkehrsleistung auf 1.200 Mrd. tkm verdoppeln wird (Ickert et al. 2007). Diese Wachstumstendenzen der Verkehrsleistung deuten auf eine zunehmende Verflechtung von Produktionsstandorten zu weitreichenden, globalen Liefer- und Versorgungsketten hin. Dies geht mit steigender Komplexität der zugrundeliegenden Logistiknetzwerke einher, die durch die zunehmende Anzahl an Partnern und Schnittstellen ein höheres Maß an Planung, Steuerung und Kontrolle erfordert (Wittenbrink 2014). Mit dem Wandel von der Industrie- zur postindustriellen Dienstleistungs- und Wissensgesellschaft hat in der Logistik der Güterstruktureffekt eingesetzt. Dieser bezeichnet eine anteilmäßige Verschiebung von Rohstoffen und Massengütern zu Konsum- und Investitionsgütern (Muschkiet 2013). In der Gesamtbetrachtung nimmt der Anteil an kleineren, aber höherwertigeren Transporteinheiten zu (Wittenbrink 2014). Der Güterstruktureffekt ist zudem eine Ursache für den Wandel der Ziele innerhalb eines Logistiksystems. Grundsätzlich bewegt sich die logistische Zielerreichung im Spannungsfeld zwischen Qualität, Zeit und Kosten (Bretzke 2015). Diese Zielkategorien bestehen jeweils aus mehreren Einzelzielen. Die Logistikqualität beinhaltet die Lieferzuverlässigkeit, die die Einhaltung der vereinbarten Lieferzeit beschreibt. Die Lieferzeit wiederum ist Bestandteil der zeitlichen Zielkategorie. Das daraus abgeleitete Einzelziel entspricht kurzen Durchlaufzeiten einer Sendung durch das Netzwerk. Die Logistikkosten lassen sich unter anderem in Lagerkosten, die im Wesentlichen Kapitalbindungskosten darstellen, und Transportkosten übersetzen. (Fleischmann 2008) Diese Einzelziele lassen sich nicht getrennt voneinander berücksichtigen. Insbesondere niedrige Transportkosten durch Bündelung und niedrige Lagerkosten durch geringe Bestände sind gegenläufig. Im Allgemeinen wird der Trade-Off zwischen den Einzelzielen zunehmend zugunsten hoher Termintreue, niedriger Bestände und kurzer Durchlaufzeiten aufgelöst. Dies wird zu Lasten einer hohen Auslastung und somit durch mehr Transporte ermöglicht. Eine weitere Auswirkung davon ist die zunehmende Zentralisierung von Logistiknetzen und -strukturen. Zusammenfassend lässt sich folgern, dass sich in der Logistik ein Wandel hin zu kleineren, höherwertigeren Sendungsmengen mit höherer Eilbedürftigkeit und höherer Belieferungsfrequenz vollzieht.

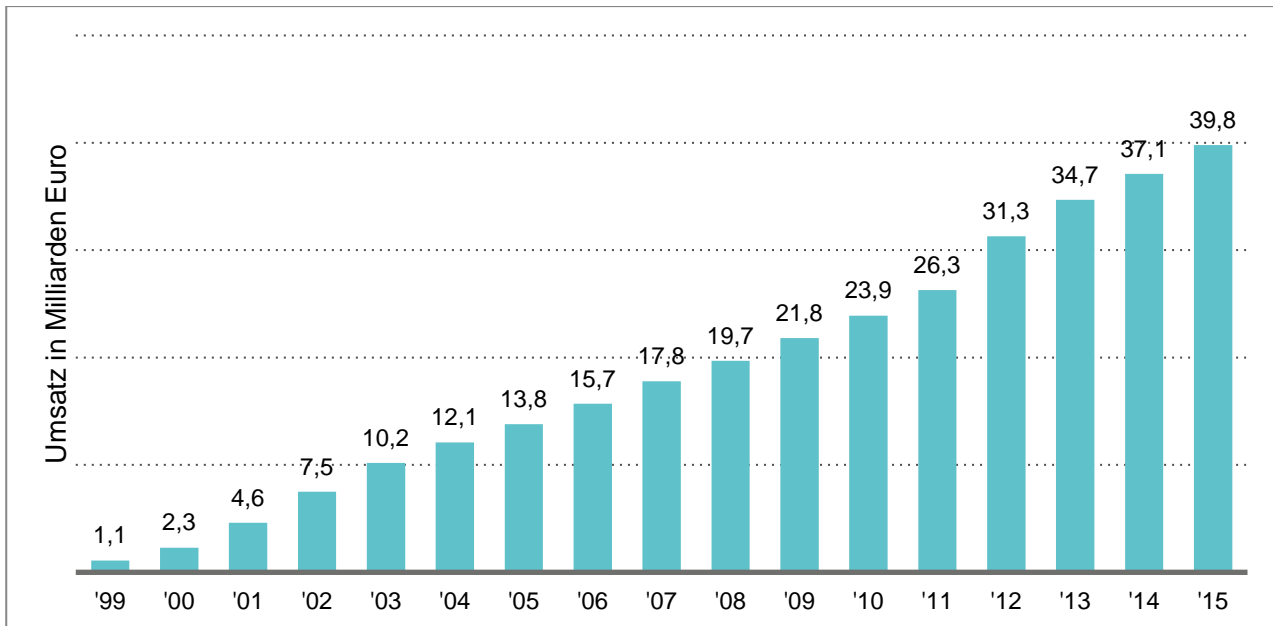


Abbildung 3.1-18: E-Commerce Umsatz in Deutschland (Handelsverband Deutschland - HDE e.V., 2016)

Ein weiterer für die Logistik maßgeblicher, exogener Trend ist der E-Commerce. Der E-Commerce hat besonderen Einfluss auf das Kaufverhalten von Privatkunden. Im Business-to-Consumer (B2C) Segment wurden 2014 in Deutschland Waren im Wert von 41,9 Mrd. € umgesetzt (Bundesverband E-Commerce und Versandhandel Deutschland e.V. 2014). Dabei verzeichnet der E-Commerce bereits seit Jahren Wachstumsraten, die deutlich über denen des stationären Einzelhandels liegen. Die Zustellungen der online eingekauften Waren übernehmen in aller Regel Kurier-, Express- und Paketdienste (KEP). Dadurch profitieren sie maßgeblich von den deutlich steigenden Sendungsmengen des B2C-Segments. Im Jahr 2015 wurden in Deutschland 2,95 Mrd. Sendungen zugestellt. Das entspricht einem Plus von 5% gegenüber dem Vorjahr (Esser & Kurte 2016). Abgesehen von den enormen Herausforderungen, die die Menge und das Mengenwachstum für die KEP-Dienstleister im Allgemeinen darstellen, ist innerhalb des Forschungsprojektes die letzte Meile, also die Zustellung der Sendungen zu den Endkunden, im Untersuchungsfokus. Einerseits entstehen im B2C-Segment bis zu 75% der Transportkosten, welche z. T. durch erfolglose Zustellversuche verursacht werden. (Umundum 2015) Andererseits wird die Transportleistung, in Abhängigkeit vom Wohnort der Empfänger, in der Stadt erbracht.

3.1.12 Neuartige Mobilitätsformen

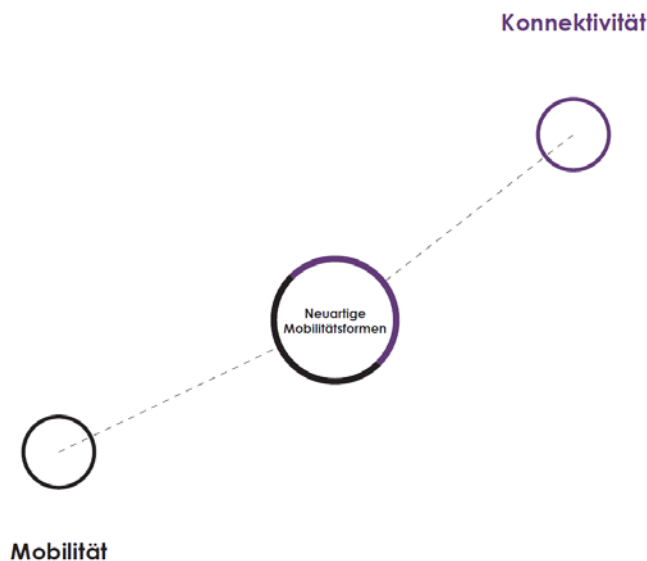


Abbildung 3.1-19: Einordnung des Trends Neuartige Mobilitätsformen in die Megatrend-Map

Mobilität manifestiert sich in unterschiedlichen Dimensionen und Ebenen (Jarass, 2012). Den Rahmen dieser bildet die potentielle Mobilität, die darüber entscheidet, ob und welche Formen der Mobilität möglich sind. Das Gegenstück zur potentiellen Mobilität bildet die realisierte Mobilität, die die tatsächliche Ausgestaltung der potentiellen Mobilität beschreibt. Vor diesem Hintergrund lässt sich Mobilität in die Dimensionen sozial und räumlich unterteilen. Während soziale Mobilität den Auf- und Abstieg entlang von Schichten (vertikal) oder beispielsweise den Berufswechsel (horizontal) definiert, differenziert sich die räumliche Mobilität zeitlich in Alltagsmobilität (kurzfristig) und Wohnmobilität (längerfristig) (Hammer & Scheiner 2006). Im Forschungsprojekt wird Mobilität als räumliches, kurzfristiges und sowohl tatsächliches als auch potentiell mögliches Verkehrshandeln verstanden. Der Fokus liegt auf physikalischer Bewegung von Personen und Gütern zur Ortsveränderung.

Einfluss auf die Mobilität haben sowohl räumlich-strukturelle als auch individuelle Parameter (Scheiner 2009). Im Forschungsprojekt werden die räumlich-strukturellen Parameter, wie beispielsweise Bevölkerungs- und Bebauungsdichte oder Ausdehnung des Gebiets durch den Betrachtungsgegenstand Stadt bzw. urbanen Raum vorgegeben. Diese sind maßgeblich für das Verkehrssystem Stadt. Innerhalb dieses Verkehrssystems treffen Menschen Entscheidungen über ihr Verkehrshandeln. Dieses wird beispielsweise durch persönliche Einstellungen oder sozio-demografische und -ökonomische Faktoren, wie Haushaltsstruktur oder Einkommen, mitbestimmt. In der Folge können individuelle Mobilitätsstile identifiziert werden (Jarass 2012). Aufgrund der Heterogenität der Stadtgesellschaft hat sich eine Vielzahl unterschiedlicher Mobilitätsstile entwickelt.

Das Verkehrssystem der Stadt und die individuellen Präferenzen ihrer Einwohner bedingen nicht nur das heutige Verkehrssystem, sondern bilden auch die Basis für die zukünftige Mobilität im urbanen Raum. Sie unterliegen ökonomisch-ökologischen, gesellschaftlichen und politischen Einflüssen, die Mobilitätsveränderungen bewirken (Jarass 2012). Maßgebliche ökonomisch-ökologische Einflüsse sind begrenzte fossile Ressourcen, erhöhte Umwelanforderungen und steigendes Verkehrsaufkommen und damit höhere Anforderungen an die Infrastruktur (Braess & Seiffert 2013; Schmidt & Hellali-Milani 2016). Neben Megatrends, wie dem demografischen Wandel und der (Re)Urbanisierung, sind unter gesellschaftlichen Einflüssen der Bedeutungsverlust des Autos (Institut für Mobilitätsforschung 2011), eine erhöhte Flexibilität durch Smartphones und mobiles Internet sowie die intermodale Mobilität zu nennen (Schmidt & Hellali-Milani 2016). Politische Einflüsse auf die Mobilität beinhalten in der Regel eine starke Tendenz, Verkehr und Mobilität in Zukunft ökologisch nachhaltiger zu gestalten. Hierfür lassen sich zahlreiche gesetzliche Regelungen und Zielvereinbarungen anführen, wie das Weißbuch 2050 Verkehr der Europäischen Union (Europäische Kommission 2011), der Bundesverkehrswegeplan 2030 (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur 2016) oder das Klimaschutzabkommen der Vereinten Nationen (United Nations 2015). Hauptaugen-

merk dieser liegt auf der Emissionsreduktion von Luftschadstoffen und Lärm, dem Einsatz alternativer Antriebe bis hin zur Dekarbonisierung des Verkehrs, der Förderung alternativer Verkehrsträger, des Fußgänger- und Radverkehrs sowie der Einführung intelligenter Verkehrssteuerungs- und -managementsysteme.

Daraus allgemeingültige Prognosen für die Mobilität der Zukunft im urbanen Raum zu entwickeln, ist nicht möglich, allerdings können aufgrund der zuvor genannten Hintergründe Entwicklungstendenzen der Mobilität im urbanen Raum abgeleitet werden, die im Folgenden dargestellt werden (Braess & Seiffert 2013; Proff 2014; Proff et al. 2012; Zierer & Zierer 2010).

Es ist mit einem deutlich zunehmenden Anteil an Fahrzeugen mit elektrischem oder alternativem Antrieb zu rechnen. Besonders im Verkehrssystem Stadt scheinen die Voraussetzungen dafür vorteilhaft. Speziell große, städtische Flotten oder Flotten des ÖPNV bieten Potential für eine Umstellung. Zudem ist davon auszugehen, dass aufgrund der höheren Bevölkerungsdichte die Errichtung einer städtisch flächendeckenden Infrastruktur günstiger zu realisieren ist als in ländlichen Gebieten. Des Weiteren wird die zunehmende Vernetzung die Mobilität weiter verändern. Insbesondere kann hier auf die Car-to-X, also den Informationsaustausch von Fahrzeug mit anderen Verkehrsteilnehmern oder Infrastrukturelementen, verwiesen werden (Fuchs et al. 2015). Aus dem Bedeutungsverlust des Autos darf nicht auf ein zukünftig geringeres Bedürfnis nach Mobilität geschlossen werden. Vielmehr wird das Auto ganz oder teilweise durch andere Verkehrsträger in intermodalen Fahrketten ersetzt. In diesem Zusammenhang ist von einem zunehmenden Anteil anderer Verkehrsträger im Mobilitätsmix auszugehen. Dabei spielen der ÖPNV sowie der Fußgänger- und Radverkehr eine zunehmend größere Rolle. In diese Entwicklungstendenzen lassen sich bereits jetzt im Hinblick auf Car- und Bikesharing Angebote erkennen, die sich einfacher mit anderen Verkehrsmitteln kombinieren lassen.

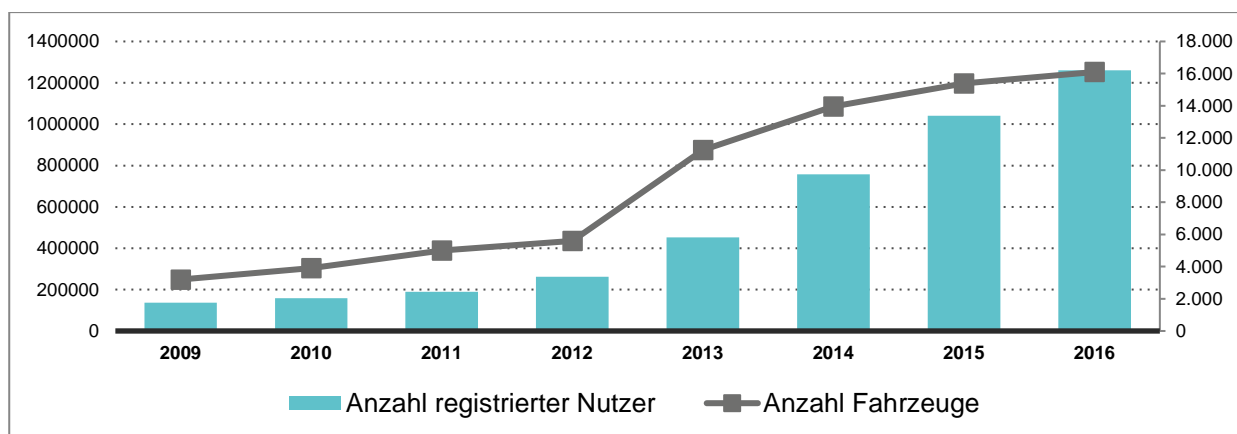


Abbildung 3.1-20: Anzahl registrierter Carsharing-Nutzer und Fahrzeuge (Bcs 2016)

Besonders bei jungen Menschen wird das Auto rationaler wahrgenommen. Die aktuellen Mobilitätsbedürfnisse bestimmen die Verkehrsmittelwahl. Der Trend in der Automobilindustrie geht weg von den „Alleskönnerfahrzeugen“, hin zu zweckgerechten Fahrzeugen. Für den Stadtverkehr bedeutet dies, die Entwicklung von kleineren, verbrauchsärmeren Fahrzeugen, die einerseits ausreichend für kleinere Haushalte sind, andererseits besser mit der beengten und stark ausgelasteten Infrastruktur zurechtkommen.

Fabriken im urbanen Raum können diese Entwicklungstendenzen für sich nutzen. Im Speziellen können Urban Factories vom dichten und gut ausgebauten Infrastrukturnetz der Städte profitieren. Zudem bieten sich im Zuge der zunehmenden Digitalisierung und Vernetzung Optionen physische durch virtuelle Mobilität zu ersetzen.

3.1.13 Innovative Arbeitsplatzkonzepte

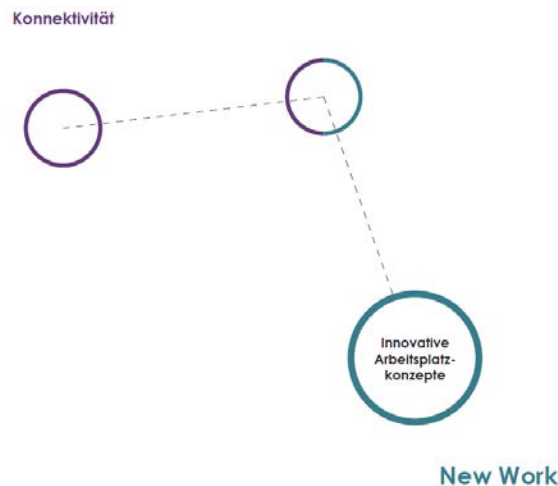


Abbildung 3.1-21: Einordnung des Trends Innovative Arbeitsplatzkonzepte in die Megatrend-Map

Die Reaktionen der Arbeitswelt auf die seit Jahren feststellbaren gesellschaftlichen Veränderungen in einer globalisierten Welt sind vielfältig und kaum prognostizierbar.

Der Begriff „New Work“ (ursprünglich von Frithjof Bergmann geschaffen (Bergmann 2017)) umschreibt aktuell den Wandel der ursprünglich eindeutig definierten Arbeitsteilung mit klaren Hierarchie-, Kommando- und Zeitstrukturen hin zu einer von Digitalisierung, Globalisierung und Selbstbestimmung geprägten neuen Arbeitswelt (Hackl et al. 2017) mit vielfältigen innovativen Arbeitsplatzkonzepten. Die Freiheit und Selbstbestimmung des Einzelnen mit einer einhergehenden Möglichkeit sein kreatives Potential zu erkennen bzw. zu entfalten bezieht sich bei dieser Betrachtungsweise nicht mehr im klassischen Sinne auf den Arbeitsort, sondern durchzieht alle Lebensbereiche des Menschen. Die klare Abgrenzbarkeit von Privat- und Berufsleben verschwimmt bis hin zu einer vollständigen Auflösung dieser ursprünglichen Grenzen.

An dieser Stelle ist es von Bedeutung auf die Gleichzeitigkeit von Mechanismen hinzuweisen. Steht z.B. das Individuum als Ausgangspunkt der Gestaltung der Arbeitsplätze stärker im Vordergrund ist es von Bedeutung, die Arbeitshaltung des Einzelnen zu verstehen. Diese Haltung ist eng mit der Zugehörigkeit zu unterschiedlichen Generationen verknüpft, die gemeinsam die Arbeiten verrichten bzw. sich ihr urbanes Umfeld teilen.

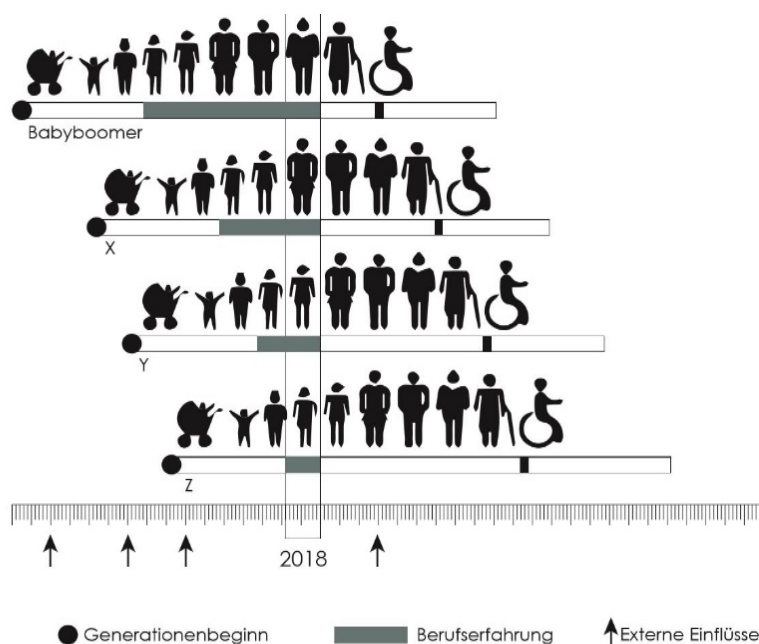


Abbildung 3.1-22: Schematische Darstellung der Überlagerung verschiedener Generationen (Möhlmann et al. 2019)

Der Darstellung der Überlappung der Lebensvorstellungen der Generationen in Kombination mit der Auflistung der Ausprägung von Arbeitshaltung, Arbeitsstil und Motivation in Tabelle 3.1-1 zeigt eine klare Prioritätenverschiebung.

<p>Babyboomer (1956-1967)</p> <p>Arbeitshaltung: „leben, um zu arbeiten“</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Motivation: Jobsicherheit</p>	<p>Haltung/ prägende Werte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ‣ Gesundheit ‣ Idealismus ‣ Kreativität <p>Arbeitsstil:</p> <ul style="list-style-type: none"> ‣ Teamorientiert ‣ Karriereorientiert ‣ Strukturiert
<p>Generation X (1965-1980)</p> <p>Arbeitshaltung: „arbeiten, um zu leben“</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Motivation: Work-Life-Balance</p>	<p>Haltung/ prägende Werte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ‣ Unabhängigkeit ‣ Individualismus ‣ Sinnsuche ‣ Selbstvertrauen <p>Arbeitsstil:</p> <ul style="list-style-type: none"> ‣ pragmatisch ‣ selbstständig ‣ hohe Freiheitsgrade in der Arbeitsgestaltung ‣ Entwicklungsmöglichkeiten
<p>Generation Y (1980-1995)</p> <p>Arbeitshaltung: „Arbeit und Leben verbinden“</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Motivation: Freiheit und Flexibilität</p>	<p>Kennzeichen/ prägende Werte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ‣ Teamwork ‣ Vernetzung ‣ Optimismus <p>Arbeitsstil:</p> <ul style="list-style-type: none"> ‣ selbstständig ‣ flexibel ‣ multitaskingfähig ‣ hohe Lernbereitschaft ‣ arbeitswillig ‣ Teamwork
<p>Generation Z (seit 1995)</p> <p>Arbeitshaltung: „Arbeit ist nur ein Teil des Lebens“</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>Motivation: Sicherheit und Stabilität</p>	<p>Kennzeichen/ prägende Werte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ‣ Vernetzung, ‣ Kreativität ‣ globales Denken <p>Arbeitsstil:</p> <ul style="list-style-type: none"> ‣ selbstständig ‣ feste Grenze zwischen Arbeit und Freizeit ‣ freie Entfaltungsmöglichkeit

Tabelle 3.1-1: Generationen mit untersch. Kennzeichen i.A.a. Reif (2015), Mihovilovic & Knebel (2017), Mörsstedt (2018)

Im Sinne dieser Haltungen stehen Unternehmen aber auch Akteure in Stadtplanung oder Quartiersentwicklung vor der Herausforderung diesen Wandel aktiv zu begleiten und setzen verstärkt auf neue Konzepte der Zusammenarbeit bzw. des Zusammenlebens in sich ändernden Fabriken in urbanen Räumen. Bereits heute werden in vielen Unternehmen verstärkt zukunftsweisende Ziele verfolgt und umgesetzt. Dies können sein:

- stärkere Flexibilisierung der Arbeitsorte (z.B. mobile Arbeitsplätze)
- partnerschaftlichen Zusammenarbeit von Mensch und Maschine (z.B. Human Computer Integration)
- Integration von virtuellen Arbeitsumgebungen
- Stärkung der Fähigkeiten der Mitarbeiter:innen im Umgang mit einer wachsenden Digitalisierung von Berufs- und Privatleben (z.B. Lebenslanges Lernen)

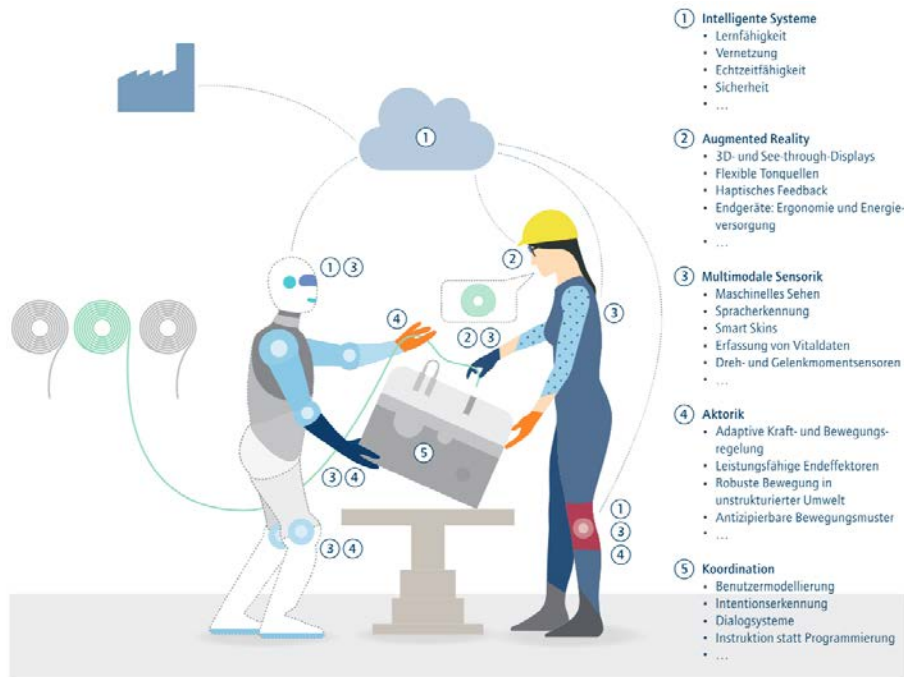


Abbildung 3.1-23: Illustration zentraler MMI-Technologien (Acatech 2016)

Die Auswirkungen der Umsetzung der Ideen des „New Work“ über innovative Arbeitsplatzkonzepte kann zukünftig sowohl das Berufs- aber auch das Privatleben weitreichend verändern. Grenzen werden aufweichen, Menschen werden bzw. müssen über Generationen lernen, wie sie mit diesen Prozessen der Veränderung umgehen. Die Positionierung der Fabriken in das urbane Umfeld bietet die Chance die neuen Konzepte durch die enge Verknüpfung zwischen Arbeits- und Wohnort zu testen und weiterzuentwickeln. Dialogfähigkeit wird zur entscheidenden Kraft.

3.1.14 Innovative Produktionstechnologien

Konnektivität

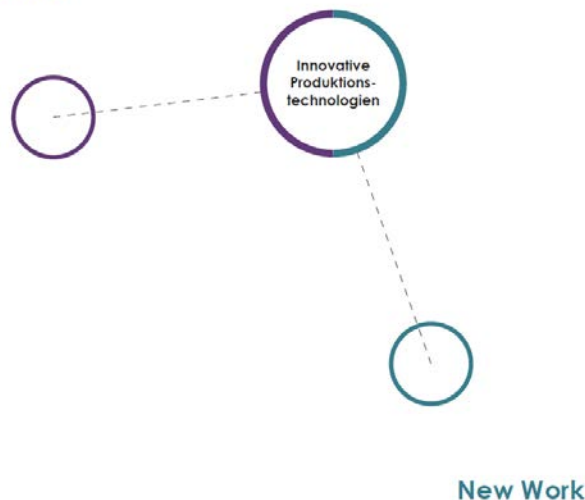


Abbildung 3.1-24: Einordnung des Trends Innovative Produktionstechnologien in die Megatrend-Map

Ausgehend von den sich verändernden Anforderungen an Produkte und die Produktion sowie bedingt durch die anderen, in diesem Kapitel beschriebenen Trends und Treiber, unterliegt auch die Produktionstechnologie einem stetigen Wandel. Stand in den letzten Jahrhunderten noch die Steigerung der Produktivität durch Massenproduktion im Vordergrund, sind aktuell neue Trends, hin zu einer kundenangepassten, flexiblen beziehungsweise personalisierten Produktion in geringeren Stückzahlen zu erkennen.

Dabei ist im Rahmen des Begriffs „Industrie 4.0“ von einer vierten industriellen Revolution die Rede (Vogel-Heuser et al. 2017). Die Digitalisierung ermöglicht eine flexiblere Produktion, die sich auch an sich verändernde äußere Bedingungen anpassen kann. Damit ergibt sich ein größerer Handlungsspielraum für Produktion und Unternehmen, der die Integrationsfähigkeit fördern kann. Auch werden so Möglichkeiten geschaffen, wechselnde Materialien und Materialqualitäten zu verarbeiten. Cyber-physische Prozesse, die Verbindung eines Produktionsprozesses mit einem digitalen Software-Modell, kommen vermehrt zum Einsatz. Diese neuartigen, teilweise modularen Produktionsmethoden und Produkte können den Erhalt bzw. die Rückkehr oder Neuansiedlung von produzierenden Unternehmen in der Stadt ermöglichen. Aktuell diskutierte Konzepte umfassen beispielsweise Open Innovation, FabLabs und MakerSpaces, Distributed Manufacturing Systems und Desktop Machining. Mit der sich immer schneller verändernden Produktionstechnologie ist die Notwendigkeit von ständiger Weiterbildung und einer besseren Ausbildung gegeben. Dabei sind im universitären und betrieblichen Umfeld Lernfabriken ein effektives Mittel.

3.1.15 Technologischer Fortschritt

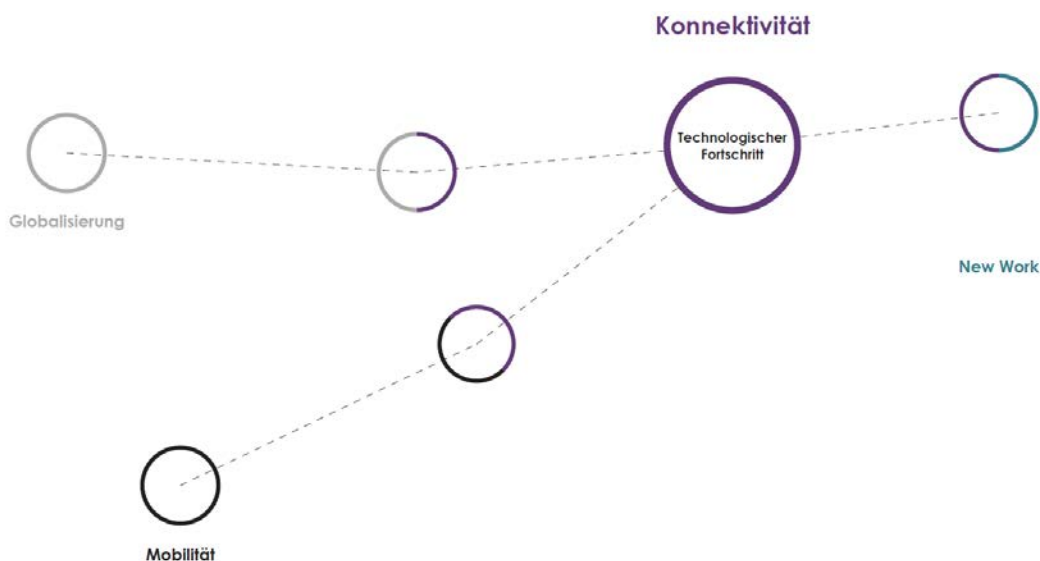


Abbildung 3.1-25: Einordnung des Trends Technologischer Fortschritt in die Megatrend-Map

Die nachhaltige Produktion von Gütern spielt eine immer gewichtigere Rolle in der Industrie. Um in einer endlichen Welt bestehen zu können, muss die Produktionstechnologie in Bezug auf Ihren Energie- und Ressourcenbedarf immer weiter verbessert und effizienter gestaltet werden (Herrmann et al. 2014). Darüber hinaus müssen stetig neue Produktions- und Konsummuster geschaffen werden und die Effektivität gesteigert werden. Dabei werden Innovationen besonders durch das Einwirken von verschiedenen Gruppen angeregt. Diversität in Unternehmen, aber auch in anderen Bereichen, fördert Innovationen (Forbes 2011). Der technologische Fortschritt wirkt auf Produktebene, bei der Entwicklung von Maschinen, Prozessen und Produktionssystemen sowie in der Generierung neuer Dienstleistungen und Verfahren.

Die räumliche und funktionale Konzentration unterschiedlicher Nutzungsarten zusammen mit einer hohen Bevölkerungsdichte stellen besondere Anforderungen an Produktionssysteme. In Städten sind limitierte Expansionsmöglichkeiten und hohe Flächenkosten vorherrschend. Weiterhin üben mögliche Beeinflussungen durch und von Dritten, strengere Emissionsgrenzwerte, überlastete Logistikinfrastruktur und ein Mangel an Akzeptanz durch negative Assoziationen stetigen Druck auf produzierende Unternehmen aus, sich durch Innovationen die Kompatibilität zum urbanen Raum zu erreichen und zu erhalten. Durch die Entwicklung neuer emissionsärmerer Produktionstechnologien ist es in den letzten Jahren zudem möglich geworden, produzierende Unternehmen wieder in Städte und damit in die Innovationszentren der Welt zu integrieren (Herrmann et al. 2015). Dadurch können Arbeitswege verkürzt, der Verkehr entlastet und neue Arbeitsstellen geschaffen werden. Zusätzlich können die Unternehmen weitere positive Einflüsse auf die Stadt haben, indem diese beispielsweise gleichzeitig als Energieversorger für ihr Quartier bereitstehen oder Abwärme von Maschinen ins Fernwärmenetz abgeben.

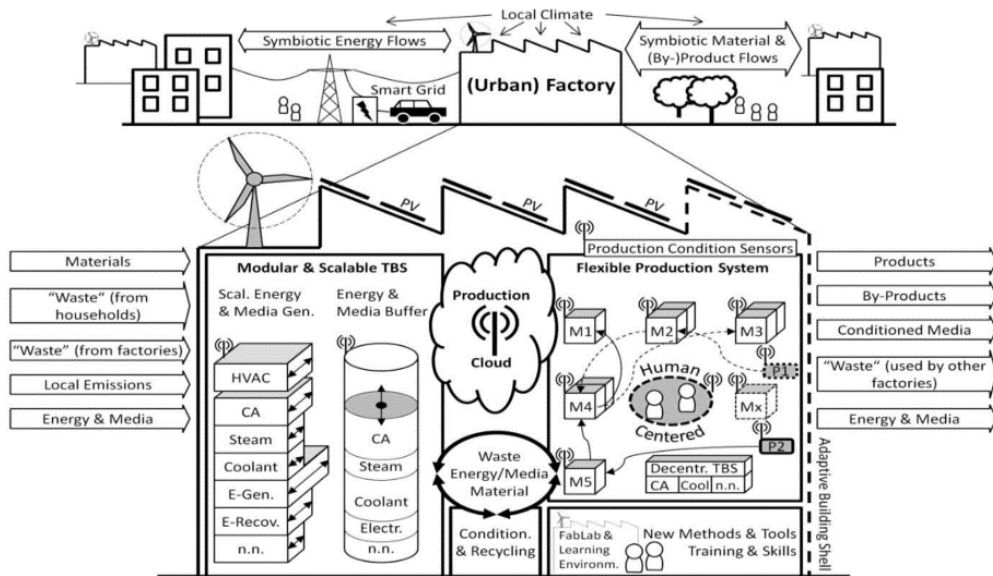


Abbildung 3.1-26: Enabler der 'positive impact factory' (Herrmann et al. 2015)

Eine methodische Innovation der letzten Jahre ist zum Beispiel die ganzheitliche Betrachtung der Lebenszyklen von Produkten. Während früher meist nur die Nutzungsphase eines Produkts betrachtet wurde, werden heutzutage auch die vor- und nachgelagerten Phasen der Rohstoffgewinnung und der Entsorgung bzw. der Wiederverwendung berücksichtigt und Kreislaufprozesse etabliert. Hinzu kommt die Digitalisierung der Produktion im Zuge der Industrie 4.0, welche es ermöglicht Waren-, Energie- und Ressourcenströme in Echtzeit zu verfolgen und Produkte individueller zu gestalten. Damit verbunden sind Themen wie der Datenschutz und Big Data, um die große Menge an anfallenden Daten verarbeiten und auswerten zu können.

3.1.16 Demografischer Wandel

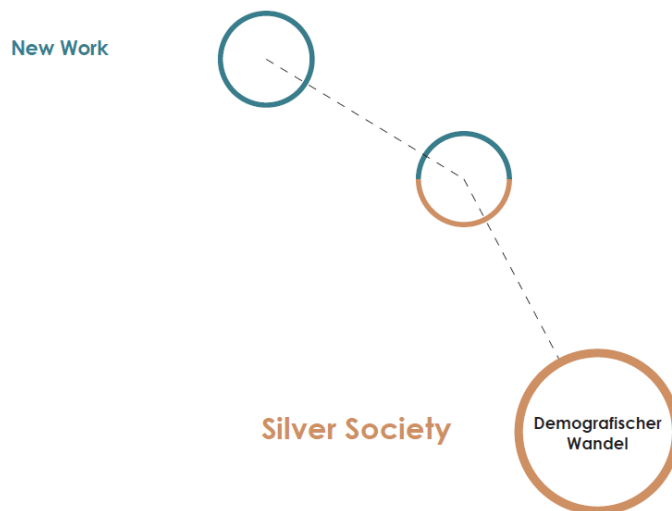


Abbildung 3.1-27: Einordnung des Trends Demografischer Wandel in die Megatrend-Map

Eine allgemeingültige Definition, die demographischen Wandel umfassend erklärt, existiert nicht (Rademacher 2013; Siedhoff 2008). Vielmehr wird unter dem Schlagwort „demografischer Wandel“ eine Vielzahl an gesellschaftlichen Entwicklungstendenzen – in der Regel mit Fokus auf die Bevölkerungsentwicklung – zusammengefasst (Nagel-Jachmann 2016; Rademacher 2013). Als zentrale Einflussfaktoren des demografischen Wandels lassen sich jedoch die sinkende Einwohnerzahl, das steigende Durchschnittsalter und eine zunehmende ethnisch-kulturelle Heterogenität der Bevölkerung ausmachen, die durch den Dreiklang weniger – älter – bunter pointiert zusammengefasst werden (Naeyele et al. 2015; Stadtmüller 2016) und welche dem Verständnis des demografischen Wandels innerhalb des Forschungsprojekts entsprechen.

Prognosen zufolge sieht sich die Bundesrepublik der Tendenz einer alternden und schrumpfenden Bevölkerung ausgesetzt (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2011). Bis 2030 wird die Bevölkerung auf 77,4 Mio. Einwohner zurückgehen, was einem Rückgang von 5,7% gegenüber 2008 entspricht. Diese Entwicklung wird maßgeblich durch die sich ändernde Altersstruktur bedingt. Die Altersgruppe über 65 Jahre wird bis 2030 einen deutlich höheren Anteil der Bevölkerung einnehmen, während die Altersgruppen unter 20 Jahren und bis 65 Jahren Anteile verlieren werden. Die zunehmende ethnisch-kulturelle Heterogenität der Bevölkerung ergibt sich aus dem prognostizierten Wanderungssaldo von 100.000 bis 200.000 Personen, die – ohne Berücksichtigung der deutlich stärkeren Migration der vergangenen Jahre – jährlich nach Deutschland immigrieren. (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2011)

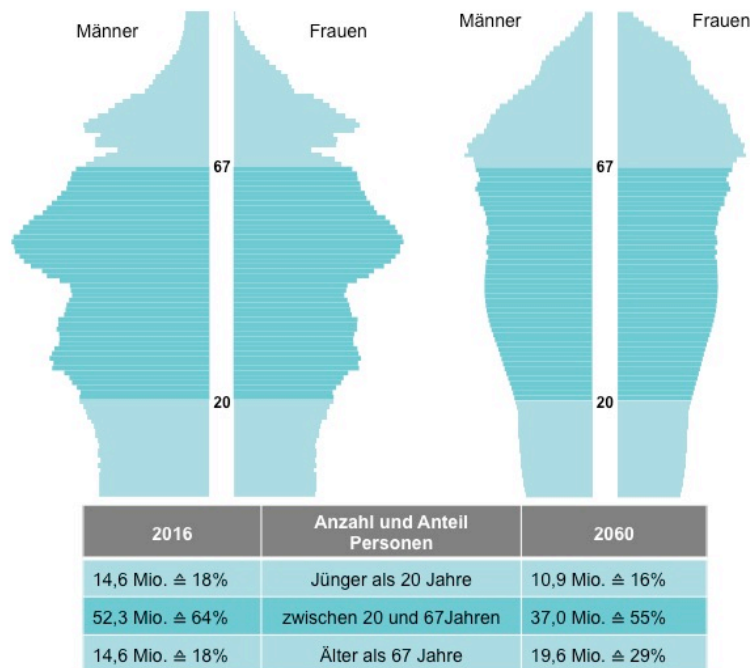


Abbildung 3.1-28: Bevölkerungsentwicklung in Deutschland nach (Pötzsch & Rössger, 2015)

Im Rahmen des Forschungsprojektes wird der demografische Wandel aus den zwei Perspektiven – aus ökonomischer sowie kommunaler Perspektive – beleuchtet. Aus Unternehmensperspektive wird der Rückgang der Altersgruppe der Erwerbstätigen zwischen 20 und 65 bzw. 67 Jahren um 15% bzw. 13% die gravierendsten Auswirkungen haben. Zudem werden Unternehmen vermehrt Konzepte entwickeln und einsetzen müssen, welche sowohl die Potentiale von Menschen mit Migrationshintergrund als auch die, älterer Erwerbstätiger, inkludieren. Auf Ebene der Unternehmen ist der demografische Wandel eng mit den Trends Fachkräftemangel und sich ändernder Arbeitsplatzerfordernissen verbunden. Aus der Perspektive der Stadt- bzw. Kommunalverwaltung bedingt der demografische Wandel zusätzlich eine zunehmende Singularisierung und Segregation bzw. neue soziale Ungleichheit (Naeyele et al. 2015). Der Trend zu kleineren Haushalten als Indikator der Singularisierung ist bereits seit 1950 erkennbar. Bis zum Jahr 2030 wird die Anzahl an Privathaushalten – trotz schrumpfender Bevölkerung – um 2% zunehmen. Demnach werden 43% aller Haushalte aus einer Person bestehen, während in nur noch 19% der Haushalte drei oder mehr Personen wohnen werden (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2011). In Städten wird sich diese Entwicklung besonders deutlich niederschlagen, da mit zunehmender Gemeindegröße die durchschnittliche Haushaltsgröße abnimmt (Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung 2016). Die Segregation betrifft Städte und Stadtteile wie auch ganze Regionen. Getrieben wird diese Entwicklung durch die Binnenwanderung in Deutschland, sowie innerhalb von Regionen und Städten, welche durch den Bevölkerungsrückgang verstärkt wird. Vor diesem Hintergrund sei erwähnt, dass nicht alle Städte und Kommunen einen Bevölkerungsrückgang verzeichnen oder in naher Zukunft erleben werden. So wird beispielsweise in Nordrhein-Westfalen die Bevölkerung des Ruhrgebiets bis 2030 um 8% schrumpfen, dagegen die Städte am Rhein über 11% wachsen. (Zimmer-Hegmann 2011)

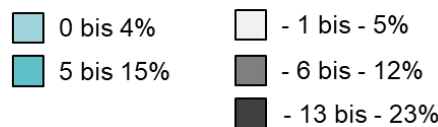
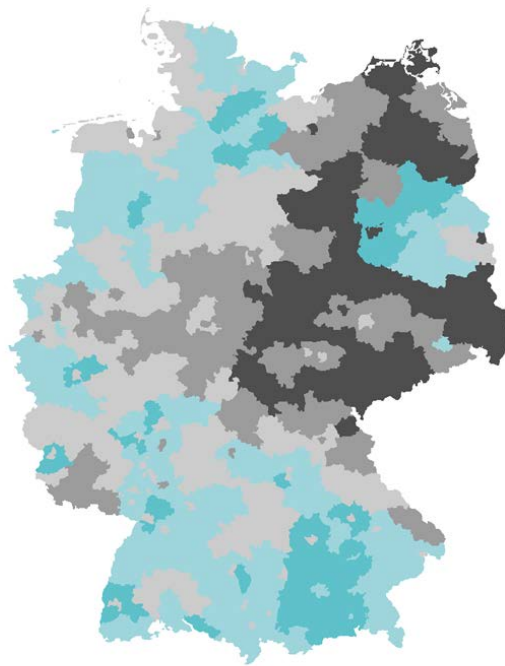


Abbildung 3.1-29: Prognostiziertes Bevölkerungssaldo 2012 - 2035 nach Kreisen auf Basis von (BBSR, 2012)

Städte und Kommunen werden aufgrund des demografischen Wandels – in Abhängigkeit der Binnenwanderung – mit vielfältigen Herausforderungen konfrontiert, die im Forschungsprojekt beachtet und im Folgenden nach Naegele et al. (Naegele et al. 2015) überblicksartig dargestellt werden.

Schrumpfung:

- Abwanderung von Unternehmen
- Sinkende Einnahmen aus Steuern und Gebühren bei weniger stark sinkenden Ausgaben aufgrund erhöhter Pro-Kopf-Kosten (Remanenz-Kosten)
- Steigende Gebühren
- Rückbau von ÖPNV-Angeboten
- Kaufkraftverlust der Bevölkerung und sinkende Nachfrage an Gütern und Dienstleistungen
- Konzentration auf Kernaufgaben und Einschränkung der Handlungsfähigkeit

Alterung:

- Veränderter Bedarf an Dienstleistungen
- Bedarf nach altersgerechter Infrastruktur und Wohnraum
- Generationskonflikte und Altersdiskriminierung

Heterogenisierung:

- Disparität
- Desintegration
- Polarisierung

Singularisierung:

- Veränderte Nachfrage nach Dienstleistungen und Gütern
- Erhöhtes Verkehrsaufkommen

Segregation und soziale Ungleichheit:

- Abwertung des Stadt(-teil)images bis hin zur Stigmatisierung
- Einschränkung von Sport-, Freizeit- und Kulturangeboten

Vor diesem Hintergrund erscheint die Integration von Produktionsstandorten in die Stadt als ein möglicher Hebel, negative Auswirkungen des demografischen Wandels sowohl für Unternehmen, als auch Städte und Kommunen zu reduzieren.

3.1.17 Fachkräftemangel

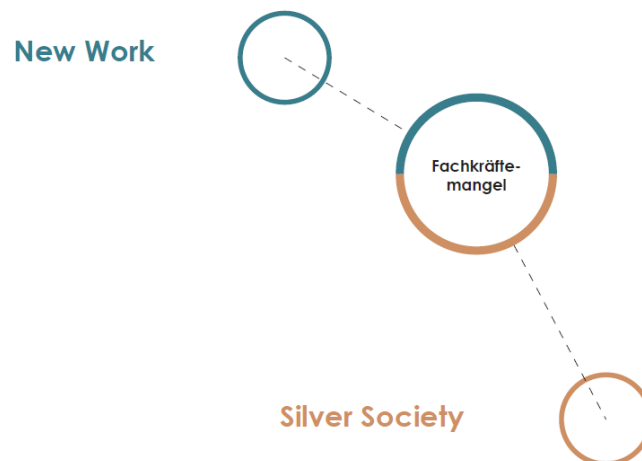


Abbildung 3.1-30: Einordnung des Trends Fachkräftemangel in die Megatrend-Map

Eng vernetzt mit den zuvor beschriebenen gesellschaftlichen Veränderungen (New Work, Silver Society etc.) sind direkte Auswirkungen dieser Entwicklungen auf die Verfügbarkeit von Fachkräften in Deutschland bzw. im europäischen Kontext. Dabei werden unterschiedliche Begriffe genutzt.

Der vielfach benannte *Fachkräftemangel* steht als Begriff grundsätzlich für ein langfristig anhaltendes Fehlen ausgebildeter Fachkräfte auf dem Arbeitsmarkt (Kettner 2012). Unter Experten herrscht jedoch Uneinigkeit, ob der vielfach in den Medien genutzte Begriff „Mangel“ tatsächlich den Phänomenen sich stetig ändernder Arbeitsplatzverfügbarkeiten gerecht wird. Der Betrachtungszeitraum ist von zentraler Bedeutung. Wenn über einen längeren Zeitraum in einem Fachgebiet sich abzeichnende überdurchschnittliche Gehaltsentwicklungen absehbar sind und diese sich zusätzlich mit übermäßig lang andauernde Besetzungszeiten für offen gemeldete Stellen weiter verschärft spricht die Literatur zunächst von einem *Fachkräfteengpass* (Maier et al. 2016). Aus einem Engpass kann ein Mangel werden - auf Engpässe kann reagiert werden, um Mängel zu verhindern.

Grundsätzlich wird sich das Erwerbspotential in Deutschland verändern. Die Gründe sind u.a. im demographischen Wandel zu suchen (vgl. Kapitel 3.1.16).



Abbildung 3.1-31: Schaubild des Erwerbspersonenpotentials (Bundesministerium für Arbeit und Soziales 2011)

Dieser verringerten Anzahl an Erwerbstätigen stehen steigende Bedarfe an Erwerbstätigen im Sinne einer wachsenden Wirtschaft gegenüber. Hochrechnungen zeigen, dass Steigerungen an benötigtem Personal zu erwarten sind, aber die Verteilung auf die einzelnen Branchen kaum variiert (vgl. Abb 3.1-32).

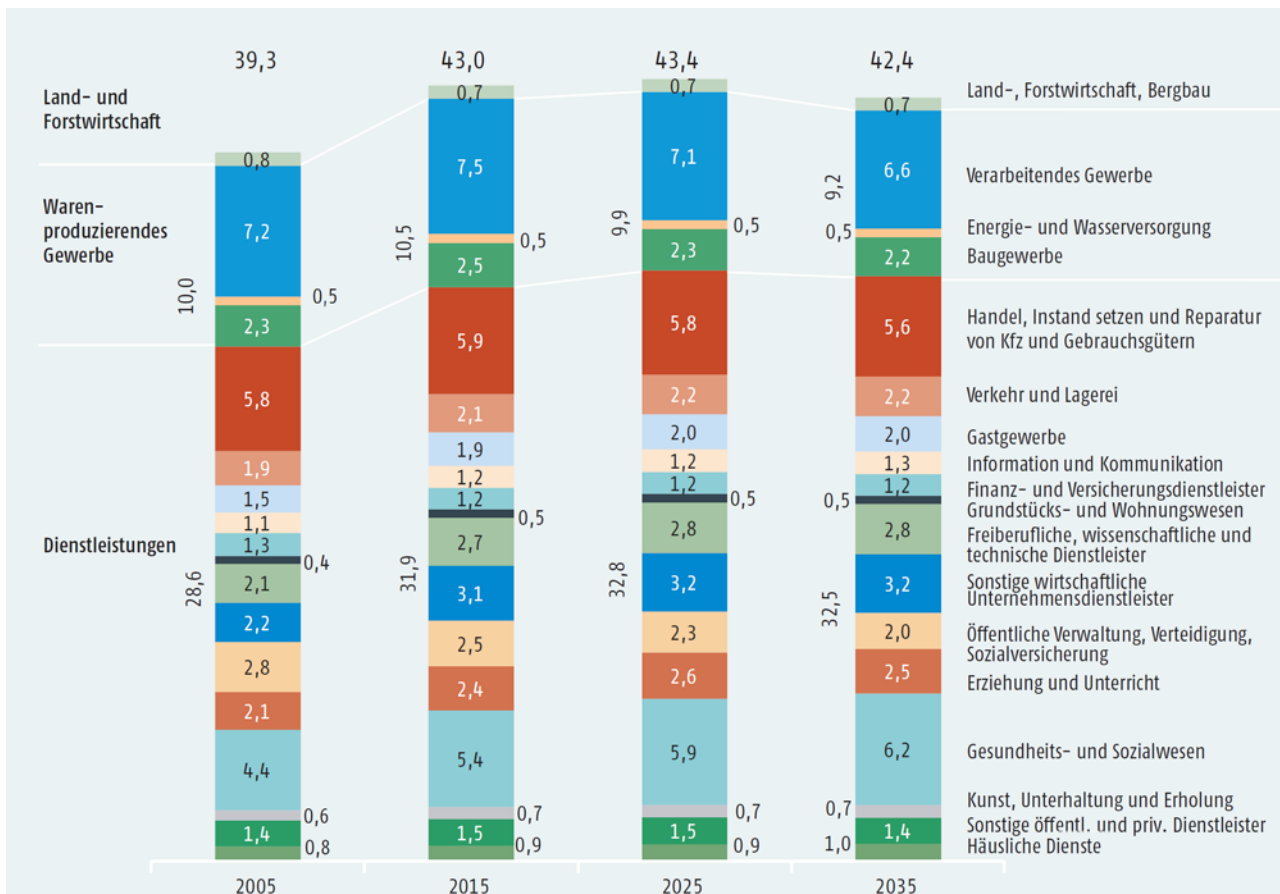


Abbildung 3.1-32: Erwerbstätige nach Wirtschaftszweigen 2005 bis 2035 – in Mio. (Hummel et al. 2010)

Dieser Aspekt muss daher um den Faktor der zunehmenden Digitalisierung erweitert werden, um den drohenden Fachkräfteengpass einzelner Branchen zu ergründen. Berufsfelder, die bisher wenig durchzogen waren von digitalen Strukturen, aber auch bereits hoch digitalisierte Zweige erleben tiefgreifende Umwälzung und es ergeben sich neuartige Anforderungen an die beruflichen Qualifikationen der Mitarbeiter:innen. Die Produktion von klassischen Industriegütern wird zunehmend ergänzt um die Produktion von Wissensgütern/ -dienstleistungen durch Personal aus den wissenschaftlichen und technischen Berufsbildern (Hasler Roumois 2013). Hier kann bereits heute ein zunehmender Engpass festgestellt werden.

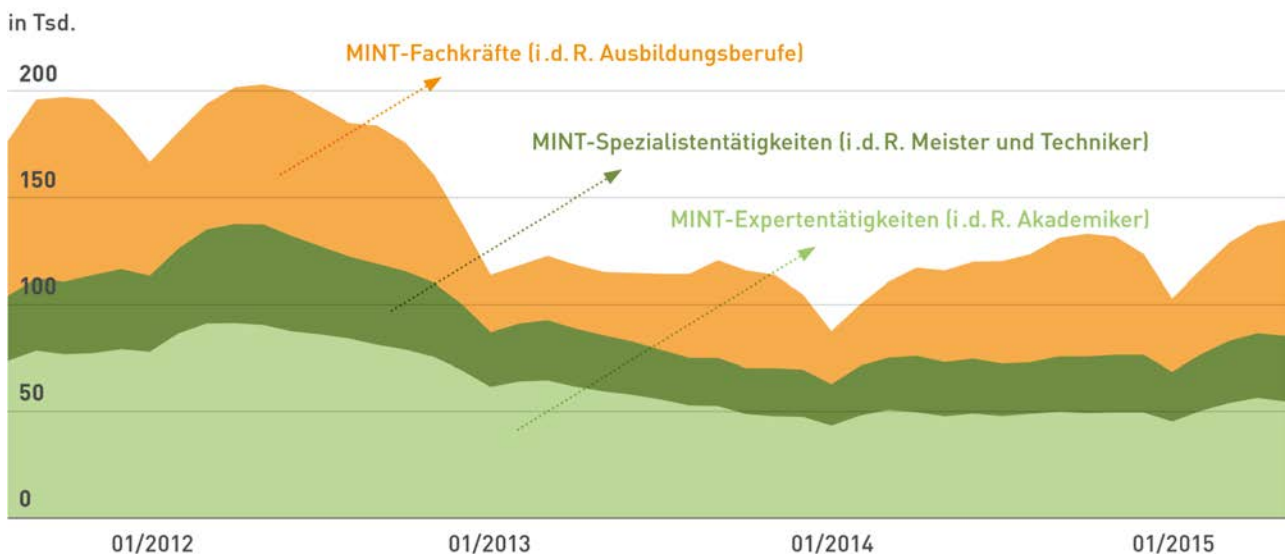


Abbildung 3.1-33: Darstellung der zunehmenden Engpässe bei Facharbeitern im MINT-Bereich (Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände 2015)

Bezogen auf dieses Forschungsprojekt bedeutet dies, dass sich z.B. der Fokus auf Spezialisten und Experten verschiebt und an Bildungsstandards neue Anforderungen gestellt werden (Stichwort: Weiterbildung, Vernetzung etc.). In Vernetzung mit den Tendenzen der New Work (vgl. Kap. 3.1.13) bietet die hier untersuchte Forschungsansatz der Integration von Urbanen Fabriken vielfältige Chancen beiden Trends aktiv zu begegnen.

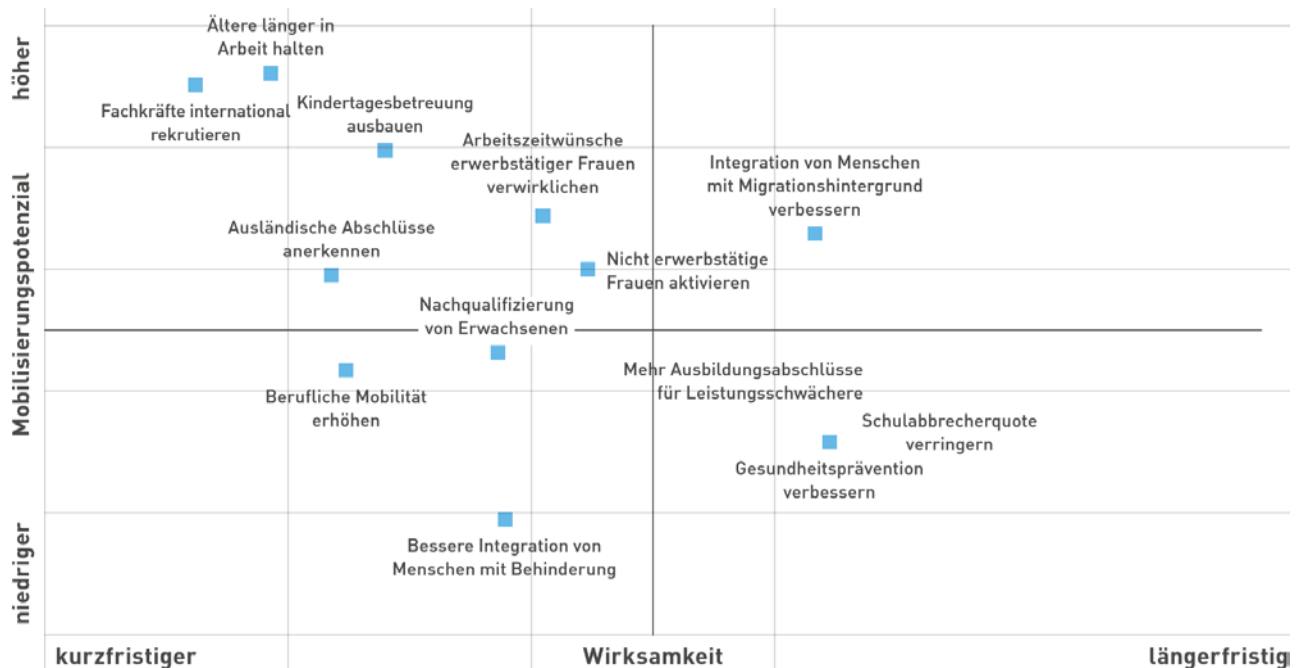


Abbildung 3.1-34: Darstellung möglicher Maßnahmen zur Sicherung von Fachkräften (Quelle: Bundesministerium für Arbeit und Soziales, 2015)

So bietet der Erhalt von Arbeitsplätzen in urbanen Räumen für Unternehmen die Möglichkeit

- Weiterbildungskonzepte in Zusammenarbeit mit Bildungseinrichtungen zu entwickeln,
- frühe Vernetzung mit Berufsberatung an Schulen im Umfeld der Fabrik zu stärken,
- die Rekrutierung von Mitarbeitern ohne Interesse an täglichem Pendlerverkehr umzusetzen oder
- Menschen mit Behinderung unmittelbar vor Ort zu erreichen und im Unternehmen einzusetzen

Gleichzeitig können Quartiere von der Präsenz der Unternehmen profitieren, da

- das Personal als Anwohner die Qualität der Quartiere stärkt,
- Arbeitsplätze für Frauen geschaffen, erhalten werden können oder
- der tägliche Pendlerverkehr der Menschen reduziert werden kann.

3.1.18 Zwischenfazit

Die vorliegende Trendanalyse zeigt, dass Trends einerseits großen Einfluss auf unterschiedliche gesellschaftliche, politische und wirtschaftliche Bereiche des Lebens nehmen und andererseits Trends aus gesellschaftlichen, politischen und ökonomischen und ökologischen Veränderungen entstehen. Die Unterscheidung nach Zeitraum bzw. Dauer, geografischer Dimension bzw. Reichweite (Globalität) und thematischer Dimension bzw. Reichweite (Ubiquität) bietet einen Ansatzpunkt, die Beeinflussung des Forschungsschwerpunkts abzuschätzen. Gleichzeitig wird klar, dass die beschriebenen (gemeinsam mit weiteren, hier nicht aufgeführten) Trends ein hochgradig vernetztes, themenübergreifendes Geflecht bilden. Somit lassen sich grundlegende Tendenzen für die weitere Entwicklung abschätzen, jedoch keine genauen Vorhersagen treffen. Vor diesem Hintergrund ist diese Trendanalyse als ein gesellschaftlicher, ökologischer und ökonomischer Rahmen zu verstehen, in den sich das Forschungsvorhaben einordnen lässt. Spezifische Rahmenbedingungen, die den Betrachtungsgegenstand weiter abgrenzen und handhabbar machen, werden im folgenden Kapitel dargestellt.

3.2 Systembeschreibung der urbanen Fabrik

Um eine differenzierte Betrachtung urbanen Fabriken vornehmen zu können, hat sich das Forschungsteam zu Beginn der Untersuchung darauf geeinigt,

- den Abgleich der Betrachtungsrichtungen der beteiligten Experten:innen,
- die Identifikation der Systemebenen der urbanen Fabrik und
- die Zuordnung der Fachkenntnisse im Forschungsteam vorzunehmen.

Auf Basis dieser gemeinsam erarbeiteten Rahmenbedingungen konnte die systematische Untersuchung der Pilotprojekte begonnen werden.

3.2.1 Betrachtungsrichtungen der beteiligten Experten:innen

Die einzelnen Akteure:innen dieses Forschungsprojektes schauen auf Basis ihrer spezifischen Kompetenzen aus verschiedenen Betrachtungsrichtungen auf den Forschungsgegenstand der urbanen Fabrik (vgl. Abbildung 3.2-1).

Fachplaner aus dem Bereich Produktion bearbeiten z.B. zunächst den erforderlichen Produktionsprozess und die damit verbundenen Anforderungen an Anlagenbau, Versorgungstechnik, Bauwerk etc. und wenden sich erst im weiteren Verlauf von Planung/ Bau/ Betrieb der Fabrik den externen Aspekten wie z.B. Städtebau oder den möglichen Vernetzungen mit Nachbarn zu. Im Gegenzug betrachten Stadtplaner zunächst äußere Rahmenbedingungen, wie der übergeordneten stadtregionalen Einbindung, Freiraumstrukturen, Parksituationen, ÖPNV etc., und setzen sich erst mit weiterer Detaillierung der Planung auch mit Aspekten auf dem Werksgelände, wie z.B. der Bauwerksgestaltung oder Emissionen, auseinander. Der Bereich der Logistik teilt sich auf in interne logistische Prozesse, die der Anlagenplanung zugeordnet werden können und große, externe logistische Abläufe, die zunächst z.B. die Versorgung der Fabrik mit Ressourcen im globalen Kontext bzw. im regionalen Zusammenhang optimieren und zugleich die kleinsten Ebenen im Bauwerk (Arbeitsplatzgestaltung etc.) kaum beachten.

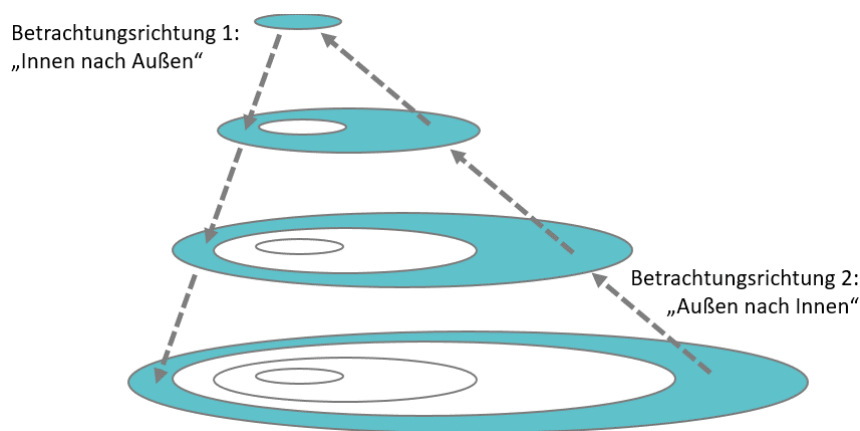


Abbildung 3.2-1: Schematische Darstellung der Betrachtungsrichtungen der Experten:innen (© Urban Factory)

Die in Kapitel 1.1 beschriebenen Herausforderungen aus den Blickrichtungen der einzelnen Disziplinen Produktion, Stadtentwicklung, Verkehr/ Logistik, Energiedesign und Industriebau verdeutlichen, dass die geforderte interdisziplinäre Zusammenarbeit in hohem Maße durch die Fokussierung der Akteure:innen auf die jeweiligen berufsspezifischen Fachkenntnisse beeinflusst wird und dass es gilt, neue Methoden der Zusammenarbeit zu entwickeln und in der Praxis umzusetzen. Durch die Sensibilisierung auf die Betrachtungsrichtungen und Schwerpunkte der Arbeit aller Beteiligten können der Betrachtungsradius vergrößert und neue Verbesserungspotentiale für urbane Fabriken identifiziert und implementiert werden.

Beide der dargestellten Betrachtungsrichtungen (innen nach außen und außen nach innen) besitzen Legitimation. Auch sind die Bearbeitungsdauer bzw. der Beginn der Betrachtung von hoher Bedeutung für die Suche nach geeigneten Stellschrauben einer Verbesserung urbaner Fabriken. Diese Themen werden im weiteren Verlauf des Projektes untersucht (vgl. Kap. 4 ff.).

3.2.2 Identifikation der Betrachtungsebenen der urbanen Fabrik

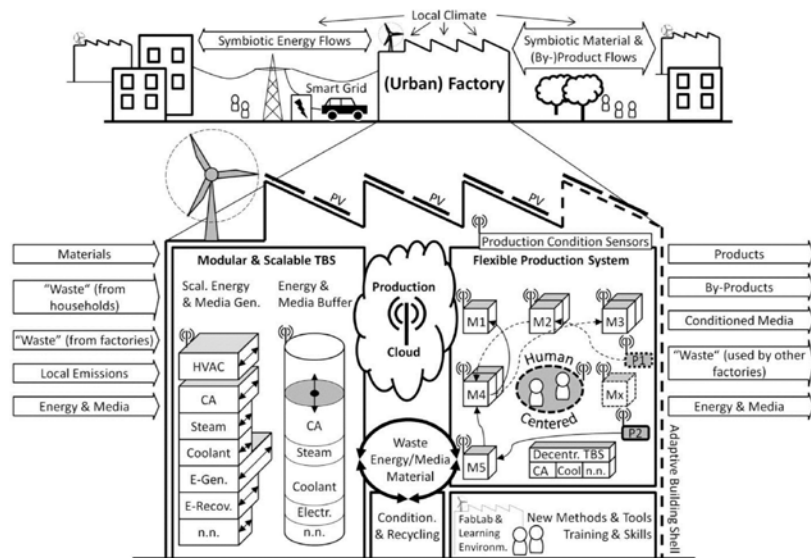
Ausgehend von der beschriebenen berufsspezifischen Fokussierung der jeweiligen Akteure:innen im Planungs-/Bau- und Betriebsprozess von urbanen Fabriken wurden im nächsten Schritt die einzelnen Systemebenen von Fabrik und Stadt identifiziert, nebeneinander gestellt und detailliert zueinander in Beziehung gesetzt. Dazu wurden die folgenden Fragestellungen untersucht:

- Welche Systemebenen bestehen auf Seiten der Fabrik bzw. der Stadt (inkl. Definitionen)?
- An welcher Stelle treffen beide Systeme (Stadt und Fabrik) aufeinander (Schnittstelle)?
- Welche zentralen Rückschlüsse können aus dieser Untersuchung gezogen werden?

Um die erste Frage beantworten zu können, wurden die zentralen Tätigkeitsfelder der Experten:innen der Disziplinen Produktion, Industriebau, Verkehr/ Logistik, Energiedesign und Stadtentwicklung aufgelistet, visualisiert und abgeglichen. Diese können wie folgt umrissen werden:

Produktion

Das Produktionssystem bildet das Zentrum einer Fabrik. Eine Fabrik ist ein Ort der Wertschöpfung. Die CIRP Enzyklopädie definiert die Fabrik als "(...) lokale Gruppierung von Produktionsfaktoren für die Realisierung der gesamten oder eines Teils der Wertschöpfungskette von realen Gütern" (Chryssolouris et al. 2014). Während des Betriebs wandelt eine Fabrik mit ihrem Produktionssystem die Eingangsflüsse von Materialien, Energie und Informationen in Produkte, Nebenprodukte, Abfälle und Emissionen. Dabei sind in der Regel die Input- und Outputströme von Energie und Materialien sowohl mit globalen als auch mit lokalen Wirkungen verknüpft.



Basierend auf dem stetigen technologischen Wandel und der fortschreitenden Digitalisierung und Weiterentwicklung der Produktionstechnik, können die negativen Wirkungen einer Fabrik auf die lokale, urbane Umgebung gemindert werden. Dem Ansatz der Effektivität folgend können diese sogar in positive Austauschbeziehungen gewandelt werden. Die dabei entstehenden Möglichkeiten für Unternehmen mit dem Einsatz neuer Maschinen und Prozessen ihre Produktion wieder kompatibel mit dem urbanen Raum zu gestalten, kann die Nutzung der vielfältigen Potenziale eines städtischen Standorts ermöglichen. Im Fokus der Betrachtung der Produktion stehen die Wechselwirkungen der produktionsbezogenen Tätigkeiten einer Fabrik mit der urbanen Umgebung und die aus dem urbanen Standort resultierenden spezifischen Potenziale und Herausforderungen. (Herrmann et al. 2015; Westkämper 2016))

Tabelle 3.2-1: Tätigkeitsfelder Produktion

Industriebau

Die Betrachtung der industriebauspezifischen Ebenen einer Fabrik erfolgt von „außen nach innen“. Über die Identifikation standortrelevanter Aspekte wie z.B. Infrastruktur, Erschließung, Grundstück etc. wandert der Blick der Fachplaner weiter ins Innere der Gebäudestrukturen. Zwar erfolgt eine detaillierte Auseinandersetzung mit produktionsrelevanten Themen (Organisationsstruktur, Produktionsprozesse etc.) allerdings werden diese Informationen vornehmlich hinsichtlich ihrer Gebäuderelevanz gefiltert und in eine konkrete Planung bzw. Verbesserung der Bauwerke überführt. Ab der dritten Systemebene rückt die vernetzte Betrachtung von Bauwerk und Gebäudetechnik in den Fokus der Arbeit der Spezialisten. (Sonntag 2011; Riecks 2016; Adam et al. 2004)

Standort		1
Infrastruktur, Erweiterungsflächen, Entwicklungspotentiale, Attraktivität, Arbeitskräfte, etc.		
Struktur		2
Nutzungsstruktur, Prozessstruktur, Organisationsstruktur, Raumkonzept, etc.		
System		3
Bauwerk	Technik	
Tragsystem, Hüllsystem, Raumbildender Ausbau, etc.	Infrastruktur, Haustechnik, Medienführung etc.	
Komponenten		4
<u>Tragwerkskomponenten:</u> Stütze, Träger, Aussteifung etc. <u>Hülle:</u> Fassade, Dach etc. <u>Ausbaukomponenten:</u> Wand, Decke, Boden etc.	<u>Technische Elemente:</u> Ver- und Entsorgungskomponenten	
Elemente		5
Stahl, Verbundwerkstoffe, Beton, Glas, Dämmstoffe, Kunststoffe, Holz etc.	Kunststoff, Kupfer, Aluminium etc.	

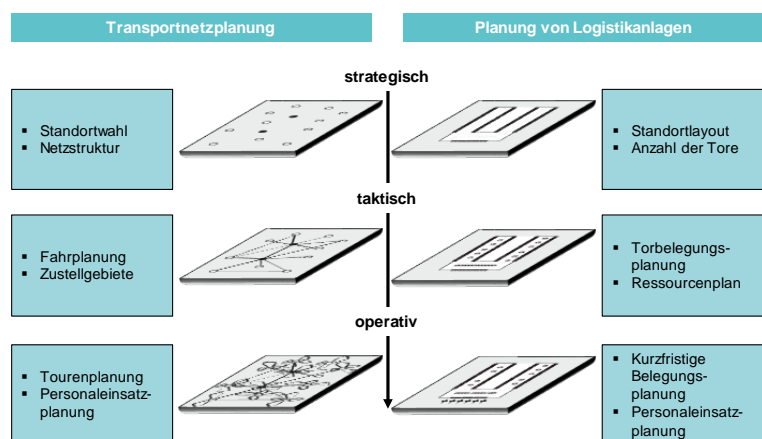
Tabelle 3.2-2: Tätigkeitsfelder Industriebau

Die Gegenüberstellung dieser Tätigkeitsfelder aus den Bereichen Bau und Produktions-/ Fabrikplanung macht deutlich, dass diese zwar sich überschneidende Elemente abbilden, sie aber unter verschiedenen inhaltlichen Aspekten interpretieren. Es besteht eine sich gegenseitig bedingende Beziehung der verschiedenen Sichtweisen in Bezug auf die Standort-, Gebäude- und Raumdefinition, in der sich die Ebenen des Baus auf typologische, strukturelle und konstruktive Aspekte beziehen, während die Fabrikplanung Produktionsvernetzungen, Betriebsabläufe und Arbeitsplatzstrukturen adressiert.

Jenseits des Werkzauns in den Bereichen Logistik, Energiedesign und Stadtentwicklung zeigen sich ähnliche Zusammenhänge. Auch hier existieren unterschiedliche Fokussierungen, wie die folgende Tabelle zeigt:

Logistik

Logistik und Logistikplanung agieren immer unter den und „aus dem Anwendungsbereich resultierenden Restriktionen sowie infrastruktureller Maßgaben“ (Metzler 2013). Diese Restriktionen ergeben sich maßgeblich aus der Gestaltung des Produkts, der Produktion oder der verfolgten Beschaffungs- und Distributionsstrategie. Infrastrukturelle Maßgaben beziehen sich sowohl auf den Produktionsstandort als auch auf das ihn im engeren und weiteren Sinne umgebende Verkehrsnetz.



Auf Basis dieser Restriktionen und Rahmenbedingungen erfolgt die Logistikplanung durch die Festlegung eines allgemeinen Ziels (bspw. Kosten, Qualität, Zeit), dessen Erfüllung von der strategischen über die taktische bis hin zur operativen Planung Maßgabe aller Aktivitäten ist. Hierbei teilt sich die Planungsaufgabe einerseits in die Planung von Knotenpunkten (logistischen Anlagen) und die Planung der verbindenden Kanten (Transportnetz)

Energiedesign

Die Betrachtung des Energiedesigns erfolgt im Kontext der eines Bauwerks umgebenden bestehenden/zukünftigen Energieflüsse. Diese müssen noch nicht erschlossen sein, die Möglichkeit sollte jedoch bestehen. Energetische Betrachtungen werden normalerweise von verschiedenen Fachleuten durchgeführt, die untereinander wenig bis keine Berührungspunkte haben. Die im Vorhaben eingenommene gesamtheitliche interdisziplinäre Sichtweise, über verschiedene Energieträger und -Flüsse, entspringt dem Nachhaltigkeitsgedanken. Die Betrachtung ist wesentlich vom Städtebaulichen Kontext abhängig und sollte diesen, sowie Logistische Aspekte berücksichtigen.

Energiedesign als Iterativer Prozess

```
graph TD; A[Eingebettetes System] --> B[Umwelt]; B --> C[Gebäude]; C --> D[Nutzung]; D --> A;
```

Schritte

Bestandsaufnahme	Begehung
Zieldefinition	Festlegen Kennzahlen und dessen Ziel-Werte
Spezifische Energieflüsse im Quartier	Simulation
Bestimmen der Randparameter	Sensitivitätsanalyse
Auswertung	Szenarioanalyse

Städtebau

Die Betrachtung des Fabrikstandortes erfolgt im Kontext der übergeordneten Einbindung von der stadtreionalen Einbindung über die Quartiersbetrachtung bis zum direkten Umfeld des Standortes und die sich daraus ergebenden Rückschlüsse für den Standort selbst.

Städtebau ist eine Querschnittsaufgabe in der die räumlichen Auswirkungen verschiedener Disziplinen (u.a. Mobilität, Freiraum, Infrastruktur, bauliche Gestaltung) integriert auf den unterschiedlichen räumlichen Ebenen betrachtet werden.

Im Städtebau und der Stadtplanung werden die privaten und öffentlichen Belange gegeneinander abgewogen. Daher werden die Bedürfnisse der Allgemeinheit (aus Sicht der Stadtgesellschaft) ebenso betrachtet wie die Bedürfnisse privater Akteure. (Reicher 2017)

Tabelle 3.2-3: Vergleich der Tätigkeitsfelder Logistik, Energiedesign, Städtebau

Korrelation aber auch Unterschiedlichkeiten der Tätigkeitsfelder der einzelnen Disziplinen sind von zentraler Bedeutung für den weiteren Fortgang der Untersuchung. Da alle Disziplinen mit sehr unterschiedlichen räumlichen Vorstellungen und entlang sehr spezifischer Anforderungen auf den Betrachtungsgegenstand schauen, wurden vom Forschungsteam je drei zentrale Betrachtungsebenen rund um den zentralen Fokus, den Werkszaun, festgelegt.

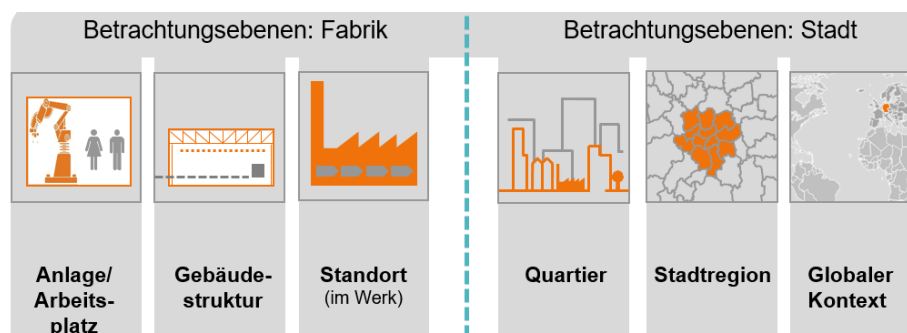


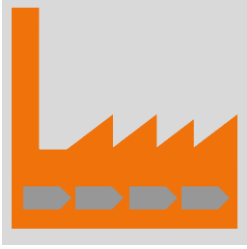


Abbildung 3.2-2: Betrachtungsebenen von Fabrik und Stadt (© Urban Factory)

Diese Betrachtungsebenen lassen sich im Sinne des Projektes wie folgt definieren:

Betrachtungsebene	Kurzdefinition (Merkmale aus Sicht von Stadt und Fabrik)
Anlage/ Arbeitsplatz 	<p>Ein Produktionsprozess bzw. ein Arbeitsplatz wird innerhalb einer Fabrik in der Regel als kleinste räumliche Einheit einer Produktionsstätte verstanden. Der/die Mitarbeiter:innen stehen im Zentrum der Betrachtung. Sie interagieren sowohl mit den unterschiedlichsten Elementen der Produktionsanlagen, der Infrastruktureinrichtungen und der sie umgebenden Gebäudeteile.</p>
<p>Bedeutung für die Forschung zur Verbesserung urbaner Fabriken:</p> <p>Mitarbeiter:innen in Fabriken verbringen an diesen Orten den Hauptteil ihrer Arbeitszeit. Im Sinne steigender Ansprüche an Zufriedenheit am Arbeitsplatz, wachsenden gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich des Arbeitsschutzes und Raumqualitäten eröffnet die gesteigerte Untersuchung der Aspekte des unmittelbaren Arbeitsumfeldes vielfältige Möglichkeiten der Verbesserung. Die in einem Produktionsprozess ablaufenden Prozesse sind maßgeblich für die Wechselwirkungen mit der urbanen Umgebung verantwortlich. Jede/r einzelne Mitarbeiter:in kann zudem aktiv in die Implementierung von Maßnahmen im Sinne maximaler Ressourceneffizienz eingebunden werden. Sie entscheiden auf dieser Ebene über die Nutzung der Werkstoffe, logistischen Abläufe, energie-bezogenen Verhaltensweisen etc. über die Potentiale/Bilanz der einzelnen Fabrik.</p>	
Gebäudestruktur 	<p>Laut Musterbauordnung der Länder sind „Gebäude selbstständig benutzbare, überdeckte bauliche Anlagen, die von Menschen betreten werden können und geeignet oder bestimmt sind, dem Schutz von Menschen, Tieren oder Sachen zu dienen.“ (Jäde & Hornfeck 2012) Moderne Produktionsstätten werden aus einer Vielzahl unterschiedlicher Elemente zusammengesetzt. Materialvielfalt (Stahl, Holz, Beton etc.) der baulichen Strukturen, aber auch Elemente unterschiedlicher technischer Vielfalt (Gebäudetechnik, Anlagenbau etc.) bestimmen die Ausformulierung der Gebäudestrukturen.</p>
<p>Bedeutung für die Forschung zur Verbesserung urbaner Fabriken:</p> <p>Die Verbesserung von urbanen Fabriken kann auf Basis umfassender Kenntnis der engen Verzahnung von Bauwerk und Technik weitreichende Optionen zur Maximierung der Ressourceneffizienz eröffnen. Von der Wahl angemessener, modularer Bauteile über die Trennung von Bauwerk und Gebäudetechnik im Sinne effizienter Veränderbarkeit beider Elemente bis zur Wahl grundsätzlich nachhaltiger Stoffe für Bauwerk und Technik zeigen sich viele Stellschrauben der Verbesserung auf dieser Ebene.</p>	
Standort (im Werk) 	<p>Produktionsstätten umfassen über die reinen Gebäudestrukturen hinaus unterschiedlichste Bereiche für Logistik, Lagerung, Parken, Grünflächen, Erschließung etc. Die Wahl des passenden Standortes bzw. die Entscheidung Standorte zu erhalten bzw. auszubauen erfolgt in komplex miteinander vernetzten Abstimmungsprozessen. Faktoren wie z.B. Produktionsabläufe, Verfügbarkeit von Fachkräften, logistische Anbindungen, Vernetzung mit relevanten Einrichtungen oder Dienstleistungen aber auch Kosten für Infrastruktur, Energie oder Bauland beeinflussen Standortentscheidungen weitreichend.</p>

Bedeutung für die Forschung zur Verbesserung urbaner Fabriken:

Speziell urbane Fabriken stehen vor der Herausforderung sowohl was die Akzeptanz der Bewohner des umgebenden Quartiers angeht, als auch bezüglich ihrer Expansionsmöglichkeiten, der Organisation von Logistik uvm. Dagegen haben Fabriken in abgekapselten Gewerbegebieten den Vorteil, dass sie der Auseinandersetzung mit Nachbarn aus dem Weg gehen, andererseits profitieren sie auch nicht von den Synergien mit den urbanen Funktionen.

WERKSAUN

Der Werkszaun markiert die Trennung zwischen Produktion und Umfeld der Fabrik, zwischen Fabrik und Stadt. Er verhindert traditionell das Eindringen Unbefugter auf das Gelände und damit den Zugriff auf das Eigentum der Unternehmen.

Quartier

Das Quartier ist ein abgrenzbarer Bezugsraum innerhalb einer Stadt. Es bestehen unterschiedliche Abgrenzungsmöglichkeiten eines Quartiers: innerhalb Räumliche Barrieren (wie Hauptverkehrsstraßen, Bahntrassen), Bereiche ähnlicher baulicher Strukturen, soziale Bezugsräume, Einzugsbereiche von Grundschulen und Nachbarschaften.

Innerhalb der Stadtplanung und des Städtebaus wird das Quartier als zentraler Betrachtungs- und Eingriffsraum mit hoher Relevanz für die Transformation von Stadträumen verstanden.

Bedeutung für die Forschung zur Verbesserung urbaner Fabriken:

Das Quartier stellt den unmittelbaren Interaktionsraum der urbanen Funktionen der urbanen Fabrik dar, welche jeweils individuell abgegrenzt werden müssen. Beispielsweise als fußläufiger Aktionsradius zu Versorgungsstrukturen und sozialer Infrastruktur oder räumlich wirksamer Freiraumstrukturen im Umfeld der Fabrik. Innerhalb dieser urbanen Funktionen können die Schnittstellen der Austauschpotenziale zwischen Fabrik und Stadt definiert werden.

Die Schnittstelle zwischen Stadt und Fabrik wird durch den Werkszaun gebildet, welcher den Standort der Fabrik vom Quartier trennt. Dadurch wird das Quartier zur zentralen Betrachtungsebene der urbanen Fabrik.

Stadtregion

Urbane Räume machen nicht an Stadtgrenzen halt. Viele urbane Funktionen erstrecken sich über einzelne Städte hinaus. So sind beispielsweise Arbeitsmärkte mit vielfältigen Pendelbeziehungen regional organisiert. Auch Umweltfunktionen und Wertschöpfungsketten erstrecken sich über Stadtregionen und teilweise auch darüber hinaus.

Bedeutung für die Forschung zur Verbesserung urbaner Fabriken:

Insbesondere Arbeitsmärkte und ökologische Funktionen werden auf stadtregeionaler Ebene betrachtet. Hierbei ergeben sich unterschiedliche Verbesserungsmöglichkeiten in der Austauschbeziehung von Pendlerbewegungen und regional wirksamen Emissionen.

Globaler Kontext



Unternehmen, insbesondere Produktionsunternehmen, agieren in einem globalen Markt. Sie sind über vielfältige Beschaffungs- und Distributionsstrukturen in globale Produktionsnetze eingebunden. Ebenso sind Städte und Stadtgesellschaft globalisiert. Städte müssen sich in einem weltweiten Standortwettbewerb um Unternehmen stellen und suchen bestmögliche Rahmenbedingungen zu gewährleisten. Die Stadtgesellschaft verfügt dank des Internets über Informationen aus aller Welt und wird ebenfalls durch den E-Commerce selbst Empfänger weltweiter Warenströme. Konzepte der verteilten Produktion ermöglicht durch technologische Entwicklungen können eine Dezentralisierung von Wertschöpfungsketten zur Folge haben.

Bedeutung für die Forschung zur Verbesserung urbanen Fabriken:

Aufgrund der weltweiten Vernetzung von Unternehmen und Stadtgesellschaft sowie des Standortwettbewerbs von Städten, werden auch globale Entwicklungen und Trends unmittelbar in der Stadt wirksam. Insbesondere Produktionsunternehmen müssen auf globale konjunkturelle und handelspolitische Entwicklungen reagieren. Für Städte selbst hat unter anderem eine gute infrastrukturelle Einbindung in den globalen Informations- und vor allem Warenfluss einen hohen Stellenwert. Für das Forschungsvorhaben bedeutet dies zum einen, dass globale Entwicklungen berücksichtigt und erfasst werden müssen, da Städte und Unternehmen bzw. einzelne Produktionsstandorte auch durch externe und globale Faktoren beeinflusst werden können. Zum anderen sind aufgrund der großen, räumlichen Entfernung keine Effizienzpotenziale im Sinne des Forschungsvorhabens erkennbar. Dennoch können, aufgrund der informatorischen Annäherung Erfahrungen oder Best-Practices aus aller Welt in die Verbesserung vor Ort einfließen.

Tabelle 3.2-4: Auflistung der Systemebenen der urbanen Fabrik (© Urban Factory)

3.2.3 Zuordnung der Tätigkeitsfelder auf die Systemebenen

Die für die Untersuchung der Pilotprojekte im urbanen Raum definierten Systemebenen ermöglichen zu Forschungsbeginn einen systematischen Einstieg in die Erfassung relevanter Themenfelder aller fünf beteiligten Forschungsdisziplinen.

Keine der Disziplinen besetzte dabei alle Betrachtungsebenen (siehe Abbildung 3.2-3), vielmehr traten disziplinspezifische Schwerpunkte zu Tage, aus deren gemeinsamen, interdisziplinären Abgleich unter anderem Fragestellungen und Untersuchungen zu räumlichen und zeitlichen Betrachtungsrahmen erwuchsen, die als Grundlage gemeinsamen Forschens abgeglichen werden mussten. (vgl. Kapitel 4.2)

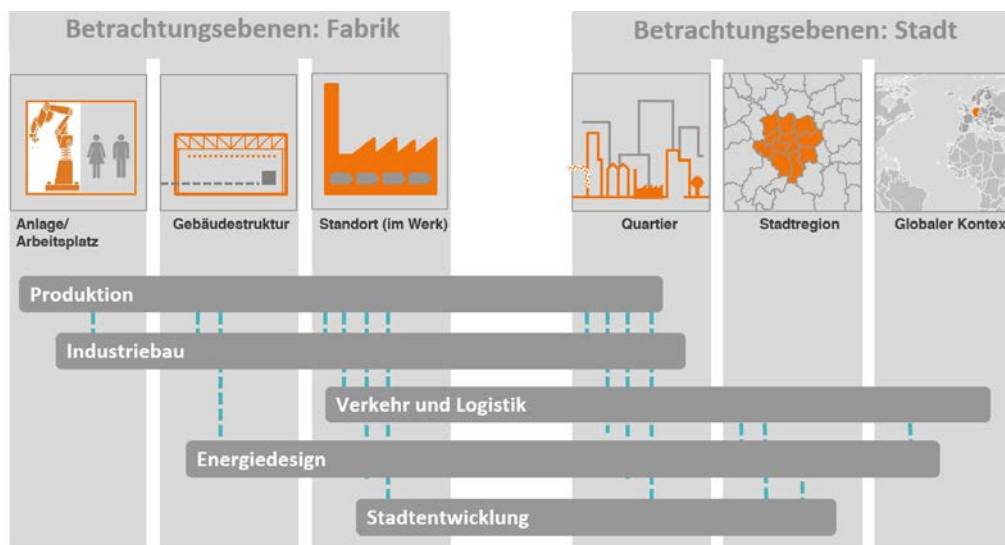


Abbildung 3.2-3: Zuordnung der Disziplinen zu den Betrachtungsebenen (© Urban Factory)

Die sechs Ebenen stehen dabei nicht klar abgetrennt nebeneinander, vielmehr bedingen sie sich gegenseitig, sind miteinander vernetzt, überlagern sich und besitzen bei einigen Projekten mal mehr oder weniger Relevanz. Um die enorme Menge möglicher erfassbarer Daten zu kontrollieren wurde das Ziel nach

- möglichst großer Nähe zur Praxis der einzelnen Unternehmen,
- Umsetzbarkeit der Möglichkeit auf direkter urbaner Ebene und
- Hohe Übertragbarkeit auf viele weitere Praxisprojekte diskutiert.

Diese Ziele mündeten in Konsequenz darin, das Quartier als zentrale Betrachtungsebene auszuweisen.

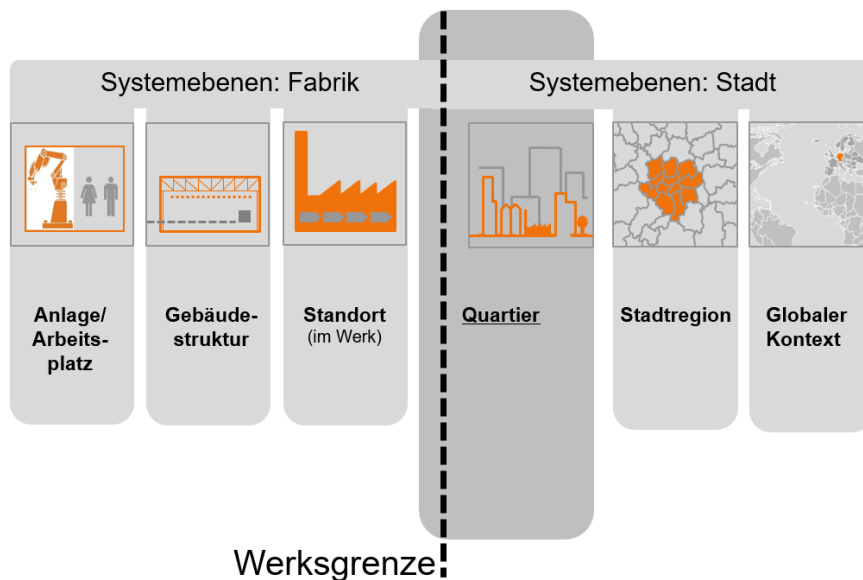


Abbildung 3.2-4: Quartier als zentrale Betrachtungsebene der urbanen Fabrik (© Urban Factory)

3.3 Literatur zu Kapitel 3

- Acatech (Hrsg.) (2016). Innovationspotenziale der Mensch-Maschine-Interaktion (acatech IMPULS). München: Herbert Utz Verlag.
- Adam, J., Hausmann, K., Jüttner, F. (2004). Industriebau: Entwurfsatlas. Basel, Berlin, Boston: Birkhäuser.
- Arndt, H. (2015). Logistikmanagement. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- BBSR (2012). Raumordnungsprognose 2035 nach dem Zensus: Durchschnittsalter der Bevölkerung, 2012 bis 2035 (Kreise und kreisfreie Städte) (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Hrsg.). Abgerufen von www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumb Beobachtung/UeberRaumb Beobachtung/Komponenten/Raumordnungsprognose/Download_ROP_2035/Bev_Krs_Veraend_2012_2035.xlsx?__blob=publicationFile&v=3
- Bergmann, F. (2017). Neue Arbeit, neue Kultur (S. Schuhmacher, Trans.) (6. Auflage, 1. broschiierte Ausgabe). Freiburg im Breisgau: Arbor Verlag.
- Bcs. (2016). Aktuelle Zahlen und Daten zum CarSharing in Deutschland (Bundesverband CarSharing e. V., Hrsg.). Abgerufen von <http://www.carsharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-zahlen>
- Blyde, J., Molina, D. (2015). Logistic infrastructure and the international location of fragmented production. Journal of International Economics, 95(2), 319–332. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2014.11.010>
- Bouchet, M., Liu, S., Parilla, J., Kabbani, N. (2018). Global Metro Monitor 2018. Abgerufen von Brookings Company website: https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2018/06/Brookings-Metro_Global-Metro-Monitor-2018.pdf
- Braess, H.-H., Seiffert, U. (2013). Ausblick - Wo geht es hin? In H.-H. Braess & U. Seiffert (Hrsg.), Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik (S. 1239–1241). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Bretzke, W.-R. (2015). Logistische Netzwerke (3. Aufl. 2). Berlin, Heidelberg and Berlin, Heidelberg: {Springer Berlin Heidelberg} and {Imprint Springer Vieweg}.
- Bundesinstitut für Bevölkerungsforschung (Hrsg.) (2016). Privathaushalte nach Haushaltsgrö's se und Gemeindegrö's senklassen in Deutschland: 2014 (Anteil in %). Abgerufen von http://www.bib-demografie.de/SharedDocs/Bilder/DE/Zahlen_und_Fakten/13_Haushaltsstrukturen/Abbildungen/a_13_06b_hhgroesse_gemeindegr oessenklassen_d_2014_prozent.jpg?__blob=normal&v=8
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2011). Fachkräftesicherung: Ziele und Maßnahmen der Bundesregierung. Berlin.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2015). Fortschrittsbericht 2014: zum Fachkräftekonzept der Bundesregierung. Abgerufen von: http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/fortschrittsbericht-fachkraefte-fuer-2014.pdf?__blob=publicationFile. Tag des Abrufes: 19.06.2019

- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.) (2016). Bundesverkehrswegeplan 2030. Abgerufen von http://cdn-o-002.l.farm.core.cdn.streamfarm.net/18004initag/ondemand/3706initag/bmvi/bvwp2030/konzeption/20160803_bvwp_2030.pdf
- Bundesverband E-Commerce und Versandhandel Deutschland e.V. (Hrsg.) (2014). Kompendium des Interaktiven Handels 2014/2015. Berlin.
- Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände (2015). Fachkräftemangel bekämpfen, Wettbewerbsfähigkeit sichern: Handlungsempfehlungen zur Fachkräftesicherung in Deutschland (Stand: Dezember 2015). Berlin: BDA.
- Carlino, G. A., Chatterjee, S., Hunt, R. M. (2007). Urban density and the rate of invention. *Journal of Urban Economics*, 61(3), 389–419. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2006.08.003>
- Chrysosouris, G., Wiendahl, H., Rentzos, L., Makris, S. (2014). Factory. In *CIRP Encyclopedia of Production Engineering* (pp. 500–503). https://doi.org/10.1007/978-3-642-20617-7_6553
- Clausen, U. (2013). Einführung und Begriffe. In U. Clausen & C. Geiger (Hrsg.), *Verkehrs- und Transportlogistik* (S. 3–5). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Corsten, H., & Roth, S. (Hrsg.). (2012). *Nachhaltigkeit: Unternehmerisches Handeln in globaler Verantwortung*. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Die Megatrend-Map (2018). Abgerufen von <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/die-megatrend-map/>
- DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (2011). *Leitfaden zur gesellschaftlichen Verantwortung (ISO 26000:2010)*. Berlin: Beuth Verlag.
- Dupré, B. (2010). *Philosophie: 50 Schlüsselideen*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Minx, J. C., Farahani, E., Susanne, K., ... Zwickel, T. (2014). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. In Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415416>
- Esser, K., Kurte, J. (2016). *KEP-Studie 2016 - Analyse des Marktes in Deutschland (Bundesverband Paket und Expresslogistik e. V., Hrsg.)*. Abgerufen von www.biek.de/index.php/studien.html?file=tl_files/biek/downloads/papiere/BIEK_KEP-Studie_2016.pdf
- Europäische Kommission (Hrsg.) (2011). *Weißs buch: Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum - Hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem*. Brüssel.
- Feess, E. (2018). Ressourcenverknappung. In *Gabler Wirtschaftslexikon*. Abgerufen von <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/ressourcenverknappung-46323/version-269605>
- Fleischmann, B. (2008). Grundkonzepte, Grundlagen. In D. Arnold, K. Furmans, H. Isermann, A. Kuhn, & H. Tempelmeier (Hrsg.), *Handbuch Logistik* (S. 3–12). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Forbes. (2011). Global diversity and inclusion: Fostering innovation through a diverse workforce. *Forbes insights*, 1–20.
- Fuchs, H., Hofmann, F., Löhr, H., & Schaaf, G. (2015). Car-2-X. In H. Winner, S. Hakuli, F. Lotz, & C. Singer (Hrsg.), *Handbuch Fahrerassistenzsysteme* (S. 526–540). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Glathe, C. (2010). *Kommunikation von Nachhaltigkeit in Fernsehen und Web 2.0*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden.
- Greiving, S., Fleischhauer, M. (2012). National Climate Change Adaptation Strategies of European States from a Spatial Planning and Development Perspective. *European Planning Studies*, 20(1), 27–48. <https://doi.org/10.1080/09654313.2011.638493>
- Günther, E. (2018). Klimawandel. In *Gabler Wirtschaftslexikon*. Abgerufen von <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/klimawandel-52424/version-275562>
- Hackl, B., Wagner, M., Attmer, L., Baumann, D. (2017). *New Work: auf dem Weg zur neuen Arbeitswelt: Management-Impulse, Praxisbeispiele, Studien*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Hammer, A., Scheiner, J. (2006). Lebensstile, Wohnumlieus, Raum und Mobilität: Der Untersuchungsansatz von StadtLeben. In K. J. Beckmann, M. Hesse, C. Holz-Rau, & M. Hunecke (Hrsg.), *StadtLeben - Wohnen, Mobilität und Lebensstil* (S. 15–30). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden.
- Handelsverband Deutschland - HDE e.V. (Hrsg.) (2016). *E-Commerce-Umsätze in Milliarden Euro in den vergangenen Jahren*. Abgerufen von <http://www.einzelhandel.de/index.php/presse/zahlenfaktengrafiken/item/110185-e-commerce-umsaetze>
- Hasler Roumois, U. (2013). *Studienbuch Wissensmanagement: Grundlagen der Wissensarbeit in Wirtschafts-, Non-Profit- und Public-Organisationen* (3., überarb. und erw. Aufl.). Zürich: Orell Füssli.
- Hauff, M. (2012). *Nachhaltige Entwicklung - Begründung und Anforderungen des neuen Leitbilds*. Abgerufen von http://fes-online-akademie.de/fileadmin/Inhalte/01_Themen/03_Nachhaltigkeit/dokumente/FES_OA_Leitbild_nachhalt._Entwicklung.pdf
- Hauff, V. (Hrsg.) (1987). *Unsere gemeinsame Zukunft*. Greven: Eggenkamp Verlag.
- Jäde, H., & Hornfeck, J. (2012). *Musterbauordnung (MBO 2012)*. Textsynopse der Fassungen November 2002 und September 2012 mit Begründung. C. H. Beck Baurecht
- Herfert, G., & Osterhage, F. (2012). Wohnen in der Stadt: Gibt es eine Trendwende zur Reurbanisierung? Ein quantitativ-analytischer Ansatz. In *Reurbanisierung - Materialität und Diskurs in Deutschland* (S. 86–112). Wiesbaden: Springer VS.
- Herrmann, C., Blume, S., Kurlle, D., Schmidt, C., Thiede, S. (2015). The Positive Impact Factory—Transition from Eco-efficiency to Eco-effectiveness Strategies in Manufacturing. *Procedia CIRP*, 29, 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.066>
- Herrmann, C., Schmidt, C., Kurlle, D., Blume, S., Thiede, S. (2014). Sustainability in manufacturing and factories of the future. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, 1(4), 283–292. <https://doi.org/10.1007/s40684-014-0034-z>
- Horx, M. (2011). *Das Megatrend-Prinzip: Wie die Welt von morgen entsteht*. Abgerufen von <https://books.google.de/books?id=rtfxMs9o67UC>
- Hummel, M., Thein, A., Zika, G. (2010). Der Arbeitskräftebedarf nach Wirtschaftszweigen, Berufen und Qualifikationen bis 2025 * Modellrechnungen des IAB. In: R. Helmrich & G. Zika (Hrsg.), *Beruf und Qualifikation in der Zukunft. BIBB-IAB-Modellrechnungen zu den Entwicklungen in Berufsfeldern und Qualifikationen bis 2025, (Berichte zur beruflichen Bildung)*, Bielefeld: Bertelsmann, S. 81–102.
- Ickert, L., Matthes, U., Rommerskirchen, S., Weyand, E., Schlesinger, M., & Limbers, J. (2007). *Abschätzung der langfristigen Entwicklung des Güterverkehrs in Deutschland bis 2050: Schlussbericht (ProgTrans AG Basel, Hrsg.)*. Basel.

- Institut für Mobilitätsforschung (Hrsg.) (2011). Mobilität junger Menschen im Wandel: multimodaler und weiblicher: imfo-Studien. Abgerufen von http://www.ifmo.de/tl_files/publications_content/2011/ifmo_2011_Mobilitaet_junger_Menschen_de.pdf
- Jarass, J. (2012). Wohnstandortpräferenzen und Mobilitätsverhalten: Verkehrsmittelwahl im Raum Köln. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Kettner, A. (2012). Warum wir mehr und bessere Kitas brauchen: Zum Zusammenhang von frühkindlicher Betreuung und Fachkräftepotenzialen. Vollst. zugl.: Berlin, Techn. Univ., Diss., 2012 u.d.T.: Kettner, Anja: "Fachkräftemangel und Fachkräfteengpässe in Deutschland: Befunde, Ursachen und Handlungsbedarf". Dissertationen: Vol. 338. Bielefeld: Bertelsmann
- Klaus, T., Vollmer, C., Werner, K., Lehmann, H., Müschen, K. (2010). Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen. Abgerufen von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/energieziel_2050.pdf website: Umweltbundesamt
- Maier, T., Zika, G., Wolter, M., Kalinowski, M., Neuber-Pohl, C. (2016). Die Bevölkerung wächst - Engpässe bei fachlichen Tätigkeiten bleiben aber dennoch bestehen. BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen bis zum Jahr 2035 unter Berücksichtigung der Zuwanderung Geflüchteter. BIBB Report 3/2016, Bundesinstitut für Berufsbildung BIBB, Bonn.
- Maubach, K.-D. (2014). Energiewende: Wege zu einer bezahlbaren Energieversorgung (2. Auflage). Wiesbaden: Springer VS.
- Megatrend-Glossar. (2018). Abgerufen von <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/>
- Megatrends und ihre Wirkung. (2018). Abgerufen von <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/megatrends-und-ihre-wirkung/>
- Metzler, U. (2013). Anwendungsbereiche der Transportplanung. In U. Clausen & C. Geiger (Hrsg.), Verkehrs- und Transportlogistik (S. 277–291). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Mihovilovic, J., Knebel, K. (2017). Generation Y, Generation X, Generation Z – Unterschiede & Chancen im Magazin Berliner Team, <https://www.berlinerteam.de/magazin/generation-y-generation-x-generation-z-babyboomer-unterschiede-chancen/>, Stand der Seite 02.11.2017
- Möhlmann, D., Bucherer, M., Sonntag, R. (2019, in Veröffentlichung). Menschliche Faktoren in sozialen Systemen beeinflussen Bauvorhaben, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag
- Mörstedt, A. (2018). PFH Private Hochschule Göttingen <https://www.pfh.de/fileadmin/Content/PDF/forschungspapiere/vortrag-generation-z-moerstedt-ihk-goettingen.pdf>, Abrufdatum: 28.11.2018
- Muschket, M. (2013). Binnenschiffgüterverkehr. In U. Clausen & C. Geiger (Hrsg.), Verkehrs- und Transportlogistik (S. 179–202). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Naegele, G., Olbermann, E., Kühnel, M. (2015). Demografie-Konzepte der Kommunen in NRW: Qualitative Bestandsaufnahme und Beispiele guter Praxis: Studie 2015 (Forschungsgesellschaft für Gerontologie e.V., Hrsg.). Abgerufen von www.vdk.de/nrw/downloadmime/2302/Studie_Demografie-Konzepte_der_Kommunen_in_NRW.pdf
- Nagel-Jachmann, I. (2016). Demografische Entwicklung und Bedeutung für klein- und mittelständische Unternehmen. In U. Schirmer (Hrsg.), Demografie Exzellenz (S. 1–8). Wiesbaden and Wiesbaden: {Springer Fachmedien Wiesbaden} and {Imprint Springer Gabler}.
- Naisbitt, J. (1986). Megatrends: 10 Perspektiven, d. unser Leben verändern werden ; [Vorhersagen für morgen] (6. Aufl). Hestia: Bayreuth.
- OECD (2015). ITF Transport Outlook 2015. Abgerufen von <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/7414021e.pdf?expires=1472463013&id=id&accname=ocid72025227&checksum=7F6D950297D4302B9C263E9C7596D140>
- Pachauri, R., Meyer, L. (2016). Klimaänderung 2014: Synthesebericht - Beitrag der Arbeitsgruppen I, II und III zum Fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC). Genf & Bonn: IPCC.
- Pillkahn, U. (2008). Trends und Szenarien als Werkzeuge zur Strategieentwicklung: Der Weg in die unternehmerische Zukunft. Abgerufen von <https://books.google.de/books?id=TDKTuOBjE8QC>
- Pötzsch, O., Rössger, F. (2015). Bevölkerung Deutschlands bis 2060: 13. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung (Statistisches Bundesamt, Hrsg.). Abgerufen von https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/Vorausberechnung/BevoelkerungDeutschland2060Presse5124204159004.pdf?__blob=publicationFile
- Proff, H. (Hrsg.) (2014). Radikale Innovationen in der Mobilität: Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Proff, H., Schönharting, J., Schramm, D., Ziegler, J. (Hrsg.) (2012). Zukünftige Entwicklungen in der Mobilität: Betriebswirtschaftliche und technische Aspekte. Wiesbaden: Gabler Verlag.
- Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft (Hrsg.) (2012). Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0. Berlin.
- Rademacher, C. (2013). Deutsche Kommunen im Demographischen Wandel: Eine Evaluation lokaler bevölkerungspolitischer Massnahmen. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Radtke, J., & Kersting, N. (Hrsg.) (2018). Energiewende: politikwissenschaftliche Perspektiven. Wiesbaden: Springer VS.
- Reicher, C. (2017). *Städtebauliches Entwerfen* (5. Auflage). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Reif, M. (2015). Alles ändert sich: die Generation X, Y und Z, <http://www.personalblogger.net/2015/06/05/alles-aendert-sich-die-generationen-x-y-und-z/>, Stand der Seite: 05.06.2015; Tag des Abrufes: 22.08.2018
- Riecks, D. (Hrsg.) (2016). AIT-Edition. Strategie für einen zukunftsfähigen Industriebau (Sonderveröffentlichung). Leinfelden-Echterdingen: Verlagsanstalt Alexander Koch GmbH.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E., ... Foley, J. (2009). Planetary boundaries: Exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*, 14(2). <https://doi.org/10.1038/461472a>
- Scheffler, J. (2014). Die gesetzliche Basis und Förderinstrumente der Energiewende: aktueller Stand des EEG und des KWK-G. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Scheiner, J. (2009). Sozialer Wandel, Raum und Mobilität: Empirische Untersuchungen zur Subjektivierung der Verkehrsnachfrage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden.

- Schmidt, J. A., Hellali-Milani, S. (2016). Herausforderung für die Stadtplanung: Mobilität findet Stadt: Neue intermodale urbane Mobilität mit neuen Nutzer- und Nutzungsansprüchen. In H. Proff, M. Brand, K. Mehnert, J. A. Schmidt, & D. Schramm (Hrsg.), *Elektrofahrzeuge für die Städte von morgen* (S. 19–25). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Siebenhüner, B. (2001). *Homo sustinens - auf dem Weg zu einem Menschenbild der Nachhaltigkeit*: Zugl.: Halle, Univ., Diss., 1999. Marburg: Metropolis-Verl.
- Siedentop, S. (2008). Die Rückkehr der Städte? Zur Plausibilität der Reurbanisierungsthese. *Informationen zur Raumentwicklung*, Heft 3 / 4.
- Siedhoff, M. (2008). Demographischer Wandel: Zum Begriff und Wesen eines Megatrends. In W. Killisch & M. Siedhoff (Hrsg.), *Dresdner Gespräche zum demographischen Wandel* (S. 3–14). Dresden.
- Sonntag, R., Voigt, A. (2011). Teil D: Planungssystematik. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.
- Stadtmüller, S. (2016). Demografischer Wandel und unpopuläre Reformen: Der Einfluss von Informationen auf die Bewertung der Rente mit 67. Wiesbaden and Wiesbaden: {Springer Fachmedien Wiesbaden} and {Imprint Springer VS}.
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder (Hrsg.) (2011). Demografischer Wandel in Deutschland: Bevölkerungs- und Haushaltsentwicklung im Bund und in den Ländern. Abgerufen von http://www.statistikportal.de/Statistik-Portal/demografischer_wandel_heft1.pdf
- Steurer, R. (2001). Paradigmen der Nachhaltigkeit. *Zeitschrift fuer Umweltpolitik & Umweltrecht*, 4 (Sonderdruck), 537–566.
- Ternès, A., Towers, I., Jerusel, M. (2015). *Konsumentenverhalten im Zeitalter der Mass Customization: Trends ; Individualisierung und Nachhaltigkeit*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Thiede, S., Juraschek, M., Herrmann, C. (2016). Implementing Cyber-physical Production Systems in Learning Factories. *Procedia CIRP*, 54. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.04.098>
- Trend, der (2019). In Duden. Abgerufen von <https://www.duden.de/node/184985/revision/185021>
- Trends – Grundlagenwissen (2018). Abgerufen von <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/trends-grundlagenwissen/>
- Umundum, P. (2015). Paradigmenwechsel auf der letzten Meile. In P. H. Voß (Hrsg.), *Logistik - eine Industrie, die (sich) bewegt* (S. 119–134). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Umweltbundesamt (2018). Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren. Abgerufen von <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energieverbrauch-nach-energetraegern-sektoren>
- Umweltbundesamt (2019). Emission trends for Germany since 1990, CO2 in kt. Abgerufen von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/361/dokumente/2018_12_19_em_entwicklung_in_d_trendtabelle_thg_v_1.0.1.xlsx
- United Nations. (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision* (Nr. ST/ESA/SER.A/366). New York.
- United Nations (2015). Adoption of the Paris Agreement. Abgerufen von <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>
- United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). (2016). *Urbanization and Development: Emerging Futures, World Cities Report 2016*. Nairobi.
- Vogel-Heuser, B., Bauernhansl, T., Ten Hompel, M. (Hrsg.) (2017). *Handbuch Industrie 4.0. Bd. 1: Produktion* (2., erweiterte und bearbeitete Auflage). Berlin: Springer Vieweg.
- Westkämper, E., Löffler, C. (2016). Visionen und strategische Konzepte für das System Produktion. In *Strategien der Produktion* (pp. 71–237). https://doi.org/10.1007/978-3-662-48914-7_5
- Winkler, J. (2017). 40 Jahre Energieforschungsprogramm der Bundesregierung - Forschen für die Energiewende (Monatsbericht Nr. 06–2017). Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.
- Wittenbrink, P. (2014). *Transportmanagement: Kostenoptimierung, Green Logistics und Herausforderungen an der Schnittstelle Rampe* (2., vollst.). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Zierer, M. H., Zierer, K. (2010). Zur Zukunft der Mobilität: Eine multiperspektivische Analyse des Verkehrs zu Beginn des 21. Jahrhunderts (1. Aufl.). Abgerufen von <http://gbv.eblib.com/patron/FullRecord.aspx?p=752378>
- Zimmer-Hegmann, R. (2011). Demografischer Wandel als Herausforderung für die Stadt- und Quartiersentwicklung. In H.-J. Dahme & N. Wohlfahrt (Hrsg.), *Handbuch Kommunale Sozialpolitik* (S. 129–140). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH Wiesbaden.
- Zimmermann, F. M. (Hrsg.) (2016). *Nachhaltigkeit wofür?* <https://doi.org/10.1007/978-3-662-48191-2>

4.0 Hypothesen

Die reine Kenntnis der Betrachtungsebenen und der damit verbundenen Funktionsweise von Fabrik und Stadt reicht nicht aus, um tatsächlich in der Praxis sinnvolle Arten der Vernetzung im Sinne maximaler Ressourceneffizienz umzusetzen. Es gilt, die Vielzahl der einzelnen Elemente auf den Betrachtungsebenen der Fabriken bzw. Städte zu erfassen, deren Funktionsweise und Grad der Vernetzung zu verstehen und über die Zusammenarbeit der Akteure die wirksamen Ressourceneffizienzpotenziale auszuschöpfen.

4.1 Austauschbeziehungen von Fabriken im urbanen Kontext

Das Ziel des Forschungsprojekts ist es, einen urbanen Standort von bestehenden Fabriken langfristig zu erhalten und in dem Sinne zu fördern, dass mit Hilfe der Steigerung der Ressourceneffizienz von Stadt und Fabrik die Integration von Fabriken im urbanen Raum gestärkt, ihre Akzeptanz gesteigert und ein Beitrag zur Energiewende geleistet werden kann. Um dieses mit Hilfe von geeigneten Maßnahmen und Aktionen umsetzen zu können, ist es von Nöten, einen grundlegenden theoretischen Ansatz zu formulieren, der das Verhältnis von Stadt und Fabrik beschreibt und auf dem die Strategie und der konzeptionelle Ansatz aufbauen.

Ressourceneffizienz, wie sie als Ziel des Forschungsprojekts formuliert wurde, gilt es vorab zu definieren und einzuordnen. Der Begriff *Ressource* (source: frz. Quelle) wird meist im spezifischen Sinne gebraucht und überwiegend auf monetäre Verhältnisse angewandt. Genannt wird auch die Begriffskombination „natürliche Ressourcen“, die sich nach EU-Definition auf die Ressourcen Luft, Wasser, Boden, Rohstoffe, Energie, Raum, biologische Vielfalt und weitere bezieht (Europäische Kommission 2011). Die Definition des Begriffs *Ressource* im Rahmen des Forschungsprojekts umfasst alle Mittel, um eine Handlung zu tätigen oder einen Vorgang ablaufen zu lassen. Eine **Ressource** kann ein materielles oder immaterielles Gut sein. Jede Ressource ist dabei an Zeit und Kapital gebunden. Effizienz meint mit einem möglichst geringen Aufwand einen möglichst hohen Nutzen zu erzielen, also ein optimales Aufwand-Nutzen-Verhältnis zu erzeugen. Somit bedeutet der Begriff **Ressourceneffizienz** die sorgsame Verwendung von Ressourcen in dem Sinne, dass diese einen größtmöglichen Nutzen haben.

Dem theoretischen Gerüst zugrunde liegt die Annahme, dass nicht die Einzelelemente von Stadt zu betrachten sind, deren Optimierung ausschlaggebend für den Erfolg der Transformation ist, sondern dass Stadt ein ganzheitliches System aus vielfältigen Elementen darstellt. Die Elemente Wohnraum, Kultur und Bildung, Produktion und Dienstleistung wie z. B. Vertrieb und Handel, Mobilität wie technische Infrastruktur und Verkehr sowie Erholung und Freizeit bilden in Koexistenz die Basis für urbane Prozesse (Reicher 2012:62).

Vorbild des transdisziplinären Ansatzes ist die Systemtheorie, deren Ziel es ist, besonders spezialisiertes Wissen miteinander zu synthetisieren und Zusammenhänge sichtbar zu machen (Ropohl 2011:9). Ropohl konstatiert in seinem Buch zur Allgemeinen Systemtheorie: „Zusammenhängende Gebilde zeigen Eigenschaften und Verhaltensweisen, die allein aus ihren einzelnen Teilen nicht hinreichend zu begreifen sind. Vielfach entwickeln solche Ganzheiten im Verlauf der Zeit ganz neue Qualitäten, die aus den ursprünglichen Merkmalen ihrer Teile nicht abzuleiten wären.“ (Ropohl 2011:14). Ein zusammenhängendes Gebilde ist - so unsere These - auch die Stadt und als solche nur als System optimierbar. Daher liegt der Fokus nicht auf der Optimierung des Einzelnen, hier die der produzierenden Unternehmen und des umgebenden Quartiers, sondern auf der dezentralen Veränderung von systemischen Zusammenhängen und der Förderung von Interaktion und Vernetzung von Elementen im System Stadt. Dabei wird das Einzelne nicht als defizitär betrachtet, sondern als eingebundener Teil eines zu transformierenden Ganzen. Die Optimierung des Einzelnen ergibt sich also durch die Veränderung von Prozessen im System.

Die Stadt als System gilt hierbei als Ressource an sich, als vorgefundene Begebenheit, mit deren Hilfe ein Vorgang ablaufen kann (Rieniets et al. 2014: 15). Eine störungsfreie und optimierte Funktionalität des Systems ist in der Lage, seine Ressourceneffizienz zu steigern.

Auf diesem Axiom aufbauend rückt das Verhältnis von Stadt zu Fabrik und umgekehrt in den Fokus der Betrachtung. Der Werkszaun, üblicherweise ein hoher, gesicherter Zaun mit Abstandsgrün auf beiden Seiten, wird zum Symbol dessen, was es zu überwinden gilt. Die aus der Überwindung des Zauns entstehende Interaktion und Überlagerung der Elemente Fabrik und Stadt ergibt ein Innovationspotenzial, das zu Gunsten der Ressourceneffizienz genutzt werden kann (Juraschek et. al. 2016: 140 ff.).

Betrachtet man nun die Interaktion, also die Wechselbeziehung zwischen Stadt und Fabrik vor dem Hintergrund der Ressourceneffizienz - dem Ziel des Forschungsprojekts - muss vor allem die Interaktion, die aufeinander bezogene Handlung zweier Seiten, über und mit Ressourcen untersucht werden. Gemäß der durch Homans (1961) nachgewiesenen Austauschtheorie muss die ressourcenorientierte Interaktion von Fabrik und Stadt - so die Hypothese - eine Austauschbeziehung sein.

*Eine **Austauschbeziehung** beschreibt in der Ökonomie (hier auch Trade-off oder ökonomischer Zielkonflikt) eine Abhängigkeit zweier Seiten, die gegenläufige Auswirkungen hat. Hierbei wird die eine Seite verbessert (z. B. Kosten gesenkt) und dadurch aber die andere Seite verschlechtert (z.B. Qualität verringert) (Konrad-Adenauer-Stiftung 2019). In der Psychologie wird der Begriff im Rahmen der Austauschtheorie benutzt: Nach Homans (Homans 1968: 59) kommt es zu einer Austauschbeziehung dann, wenn durch eigene Aktivität die Erträge bei Interaktion mit der einen Partei höher sind, als bei einer anderen. „(...) kein Austausch (hat) Bestand (...), aus welchem nicht beide Parteien Gewinn ziehen können“. Gewinn wird bei Homans als „Belohnung minus Kosten“ definiert (Homans 1968: 52). Zudem weist er darauf hin, dass „[je] wertvoller die durch eine Aktivität erlangte Belohnung [ist], desto öfter wird eine Person diese aussenden“. Analog bedeutet dies, dass [je] höher die mit einer Aktivität verbundenen Kosten [sind], desto seltener wird eine Person diese aussenden.“ (Homans 1968: 59)*

In Bezug auf Stadt und Fabrik vor dem Hintergrund der Ressourceneffizienz muss die Austauschbeziehung weiter differenziert werden: Der materielle oder immaterielle Transfer von Ressourcen oder den Wirkungen von Handlungen aus der Nutzung von Ressourcen wird als Austauschbeziehung bezeichnet. Eine Austauschbeziehung beeinflusst alle beteiligten Systeme unabhängig von der Richtung des Austausches und lässt beide Seiten interdependent von der Austauschbeziehung profitieren. Besonders gute Beziehungen existieren, so weist es Homans in seinen Studien empirisch nach, wenn räumliche Nähe zwischen den Aktionspartnern vorhanden ist (Homans 1968: 176ff.).

Bestehende Austauschbeziehungen sind bereits das, was die Fabrik in ihrem ureigentlichen Sinne zur Existenz berechtigt. Die Produktion von Dingen für den Verkauf an Abnehmer im globalen Raum gewährleistet monetäre Gewinne für das Unternehmen selbst, als auch für den Energie-, Stoff- und Wissenslieferanten, z. B. Arbeiter, Fachpersonal, Strom- und Wärmelieferant und Zulieferer von Bausteinen und Rohmaterialien, also den Ressourcengebern. Den Umfang der Gewinne regelt der Markt, der sich selbst reguliert und sich erhält, solange Angebot und Nachfrage vorhanden sind (Wagner 2003).

Im Rahmen der Strategie für die verbesserte Integration von Fabriken in die Stadt und vor dem Hintergrund der Ressourceneffizienz liegt es nahe, dass das marktwirtschaftliche Konzept, das sich ausschließlich auf das Produkt der Fabrik bezieht, zu eng gefasst ist. Auch außerhalb des Anteils am expliziten Markt der Fabrik bestehen marktwirtschaftliche Prinzipien. Dabei spielt allerdings der Aspekt des Preisgleichgewichts eine untergeordnete Rolle. Vielmehr geht es um das Potenzial einer Austauschbeziehung über Mittel, hier Ressourcen, über die die Fabrik oder Stadt verfügt oder woran sie einen Bedarf hat. Homans (1968) beschreibt in seinem Buch auch die Parallelen der Austauschbeziehung zur Nationalökonomie und merkt an, dass die Belohnung und die Kosten in der sozialwissenschaftlichen Austauschbeziehung äquivalent sei zum erlangten oder nicht erlangten Preis beim Gesetz des Angebots und der Nachfrage in der Makroökonomie (Homans 1968: 59).

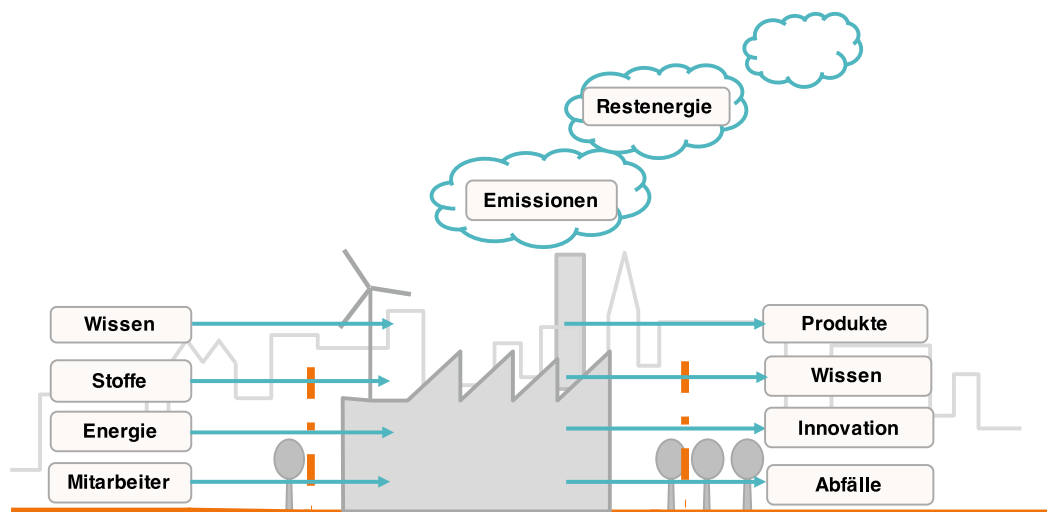


Abbildung 4.1-1: Ortsunabhängiger In- und Output von Fabriken

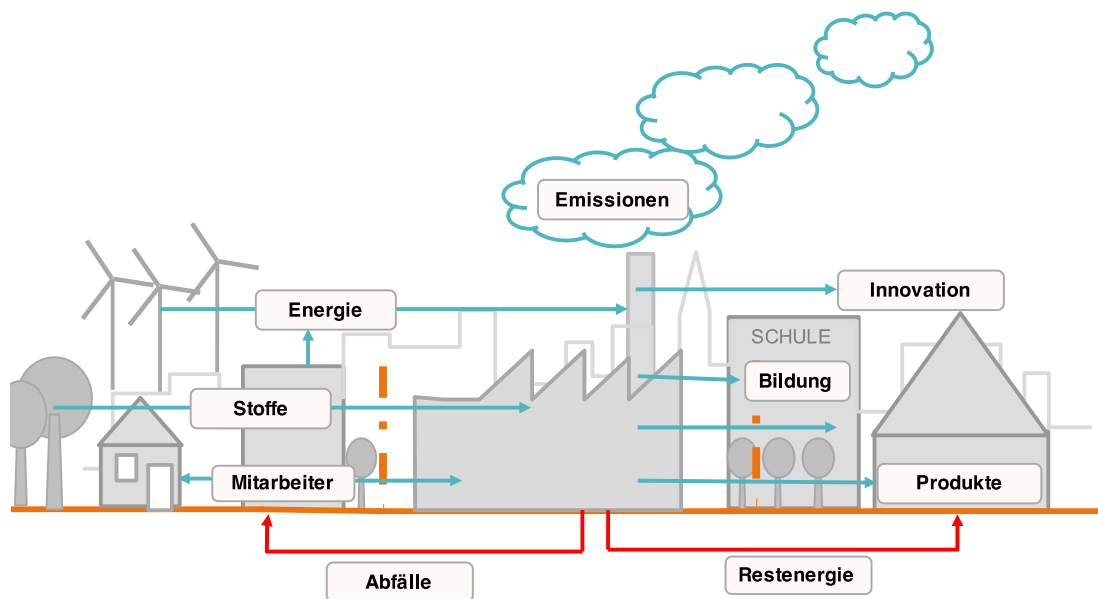


Abbildung 4.1-2: Austauschbeziehung zwischen Fabriken und dem umgebenden Quartier

Für die Interaktion zwischen Fabrik und Stadt stellen wir daher die These auf, dass im Falle einer Austauschbeziehung beide Seiten profitieren und durch einen Gewinn infolge von Aktivität, **Angebot oder Nachfrage** diese erhalten bleibt. Den Begriff des Gewinns übernehmen wir von Homans und betrachten somit nicht nur monetäre oder physische Gewinne, sondern ebenfalls psychologische und soziologische Gewinne, z.B. Akzeptanz. Aufgrund der durch Homans nachgewiesenen Erkenntnis, dass Beziehungen dann enger sind, wenn sich die Parteien in räumlicher Nähe zueinander befinden (Homans 1968: 176 ff.), betrachten wir die nähere Umgebung der Fabrik, **das Quartier**, als Beziehungspartner.

In der Synthese des Gesetzes der Nachfrage und des Angebots mit der Austauschbeziehung nach Homans und unserem Forschungsauftrag kommen wir nun zu folgendem Satz:

Verfügt eine Partei, hier Fabrik oder umgebendes Quartier, über ein Angebot von Ressourcen, für die beim anderen Partner ein Bedarf besteht oder mit dessen Hilfe das Vorhandensein einer anderen Ressource gesteigert werden kann, ist eine Austauschbeziehung möglich. Wird durch diese Austauschbeziehung auf beiden Seiten ein Gewinn erzielt, erhält sich die Beziehung. Wir nennen eine Gruppe vielfältiger Austauschbeziehungen zwischen einer Fabrik und der sie umgebenden Stadt, dem Quartier, **Fabrik-Stadt-System**.

Wird ein vorhandenes Angebot von Ressourcen im Rahmen einer Austauschbeziehung vom Beziehungspartner vollumfänglich für den Bedarf der anderen Seite gebraucht, liegt das maximale Maß an **Ressourceneffizienz** innerhalb der Systemgrenze des Austausches und unter der Randbedingung der Unveränderlichkeit der Bedarfe vor. Liegt für ein Angebot wenig Bedarf bei der anderen Partei vor, entspricht dies einer geringen **Ressourceneffizienz**, also gilt für die Begebenheiten vor der Austauschbeziehung: Je größer die Differenz von Bedarf und Angebot je geringer ist das Ressourceneffizienzpotenzial.

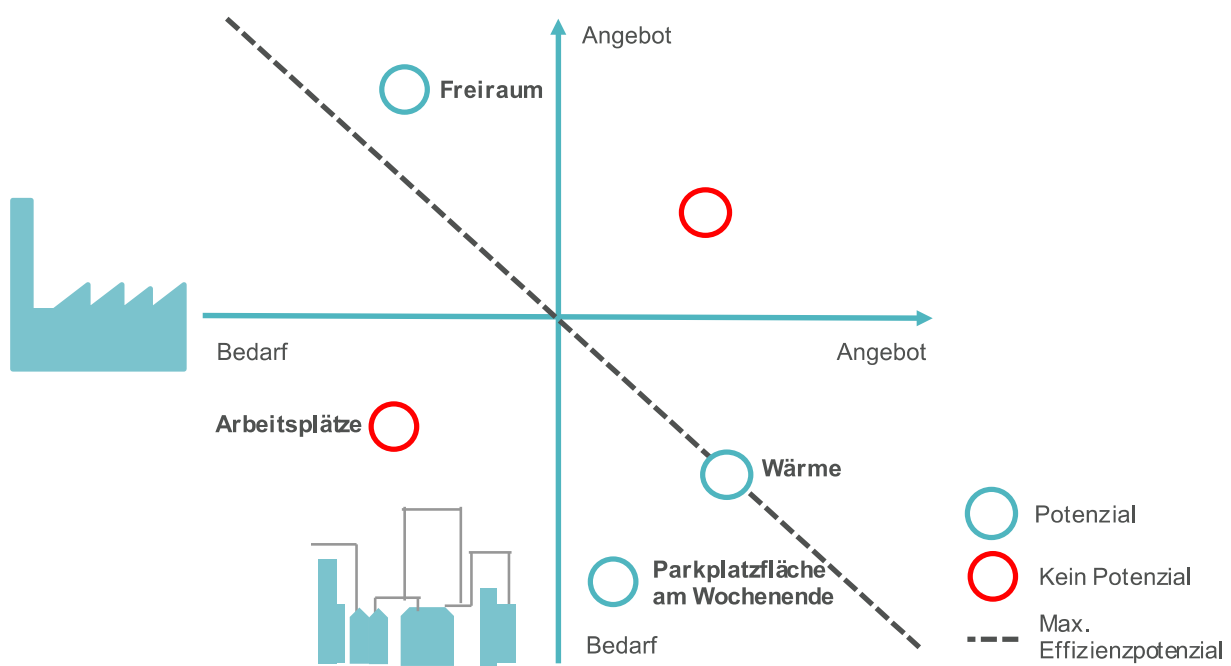


Abbildung 4.1-3: Austauschbeziehungen – Effizienzpotenzial

Auf der Basis dieser Thesen und Sätze werden im weiteren Vorgehen Fallbeispiele von Unternehmen und des umgebenden Quartiers hinsichtlich ihres Angebots und Bedarfs an Ressourcen untersucht, das Effizienzpotenzial bewertet und Maßnahmen zur Aktivierung einer Austauschbeziehung vorgeschlagen.

4.2 Systemuntersuchungen

Urbane Fabriken können aus einer Systemperspektive betrachtet werden. Sie bestehen aus für sich funktionsfähigen Elementen mit Schnittstellen zueinander und über die räumliche Betrachtungsgrenze hinweg (Subsysteme) und sind wiederum eingebettet in den umliegenden urbanen Kontext mit seinen Elementen und Funktionen. Abhängig von Anwendungsziel und Betrachtungsrahmen können unterschiedliche Systembetrachtungen für die Analyse und Beschreibung urbaner Fabriken angewendet werden. Im Projektverlauf wurden mehrere Vorgehen zur Betrachtung entworfen und beschrieben, die je nach Detaillierungsebene für die Analyse und Modellierung des Systems „Urban Factory“ geeignet sind. Diese sind in den folgenden Abschnitten dargestellt.

4.2.1 Interdisziplinärer Betrachtungsrahmen zur Ressourceneffizienz

Ein von der Ebene der involvierten Fachdisziplinen ausgehender Betrachtungsrahmen für urbane Fabriken wurde im Forschungsprojekt erarbeitet und im Rahmen der Publikation der Beiträge zur „3rd Interdisciplinary Conference on Production, Logistics and Traffic“ zur Veröffentlichung angenommen. Der Beitrag trägt den Titel „Urban Factories – Interdisciplinary Perspectives on Resource Efficiency“ und wurde von den Autoren Felix Kreuz, Max Juraschek, Michael Bucherer, Anne Söfker-Rieniets, Arnim Spengler, Uwe Clausen und Christoph Herrmann erstellt. Der Artikel ist im Folgenden als Auszug in der Sprache der Originalpublikation dargestellt.

Erstveröffentlichung dieses Textes in (Kreuz et al., 2019)

Production engineering is at the core of an urban factory. The purpose of every (urban) factory is value creation, which is achieved by the production system transforming input flows of materials, energy, and information into products. For this activity, the production system depends on functions located within other disciplines. *Production engineering* is the initiator for the disciplines *industrial building & architecture*, *logistics & transport*, *energy design* and therefore has direct interfaces with them. There is an indirect interface with the discipline of *urban planning & development*, which accordingly configures the general relationship between factory and city. Figure [Abbildung 4.2-1] describes the core contents of the functional interfaces of the discipline *production engineering* with the other disciplines involved.

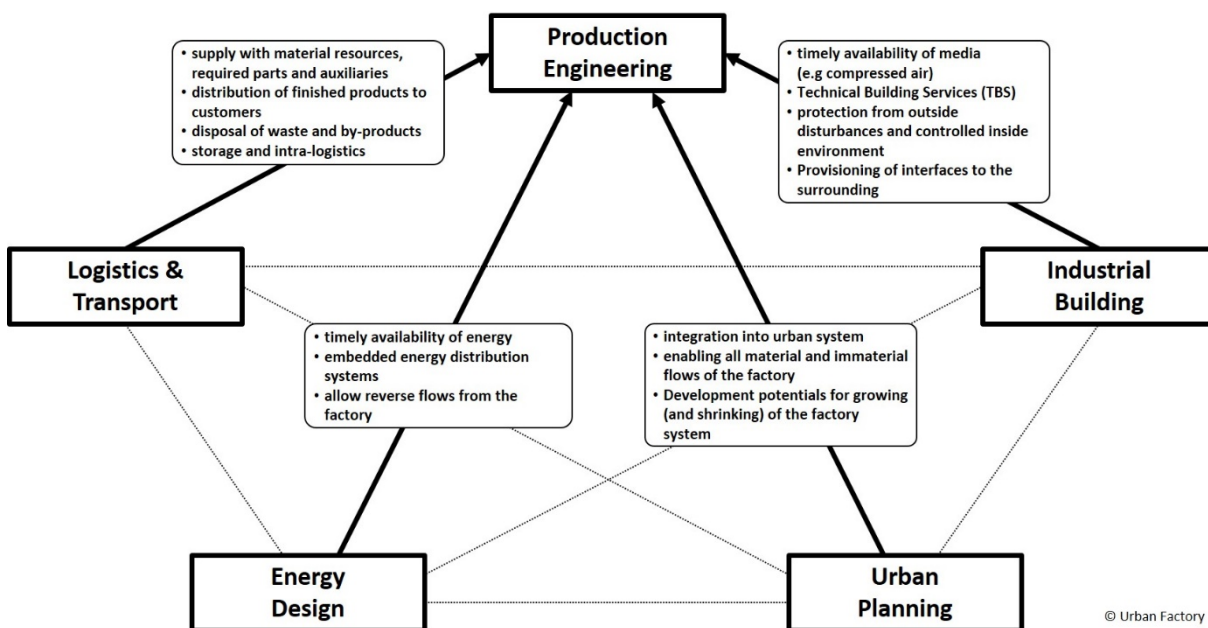


Abbildung 4.2-1: Production engineering interfaces with other involved disciplines for urban factories

Industrial building & architecture requires the framework conditions set by the discipline *production engineering* for the planning of a production site. These are fixed requirements, which have to be met in order to enable the production system to operate. The relationship to the discipline of *logistics & transport* is similar. In addition, the discipline of *industrial building & architecture* has a direct connection with the discipline *urban planning & development*, since, for example, regulations usually have to be implemented through the architectural design of the buildings and site layout. Figure [Abbildung 4.2-2] describes the core contents of the functional interfaces of the discipline *industrial building & architecture* with the other disciplines involved.

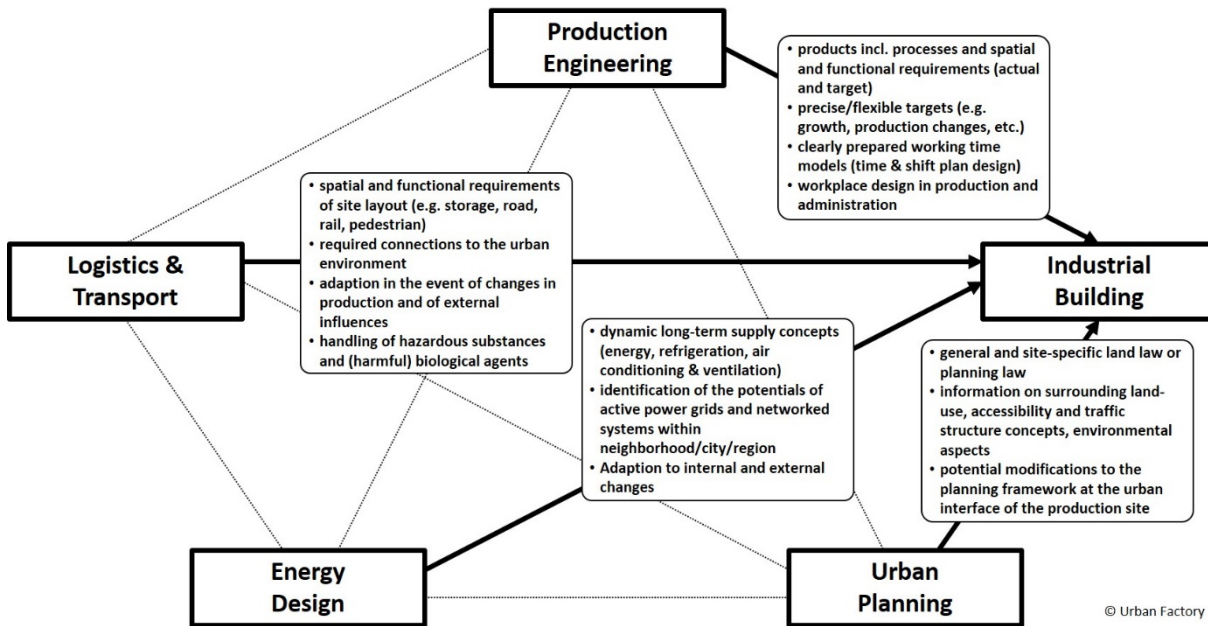


Abbildung 4.2-2: Industrial building & architecture interfaces with other involved disciplines for urban factories

Logistics & transport is also characterized as a service provider for the discipline *production engineering* and therefore requires precise framework conditions to which the supply and disposal of the factory are designed. While the interface to the discipline *energy design* is less pronounced, *logistics & transport* place demands on the other disciplines of *industrial building & architecture* and *urban planning & development*. It should be noted, that these two disciplines make fundamental and long-term decisions in terms of spatial, traffic and structural planning, which logistics and transport have to take into account after implementation (ideally these disciplines were already involved in joint planning). Figure [Abbildung 4.2-3] describes the core contents of the functional interfaces of the discipline *logistics & transport* with the other disciplines involved.

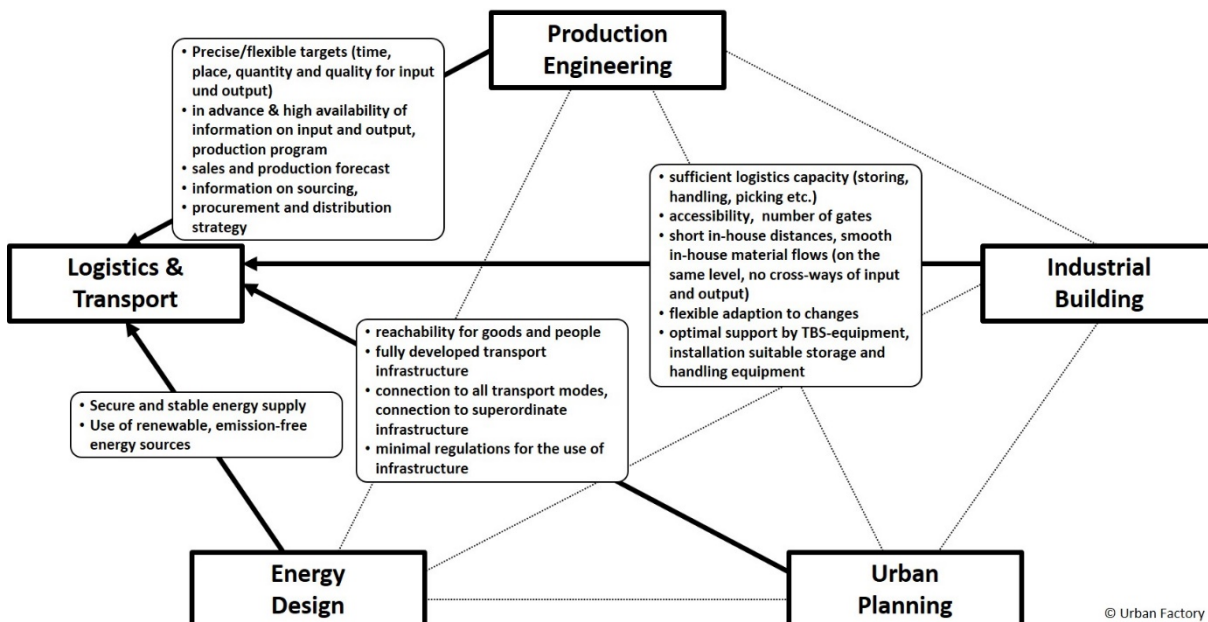


Abbildung 4.2-3: Logistics & transport interfaces with other involved disciplines for urban factories

Energy design's interfaces to the three production-related disciplines *production engineering*, *industrial building & architecture* and *logistics & transport* are foremost concerned with the energy requirements of the different forms of energy. Since for a sustainable energy design it is vital to link energy requirements with surplus energy from other areas, the interfaces also include energy sur-

pluses and corresponding load curves. This also applies to the interface with *urban planning & development*, but on a larger scale in accordance with a stable energy network. Figure [Abbildung 4.2-4] describes the core contents of the functional interfaces of the discipline *energy design* with the other disciplines involved.

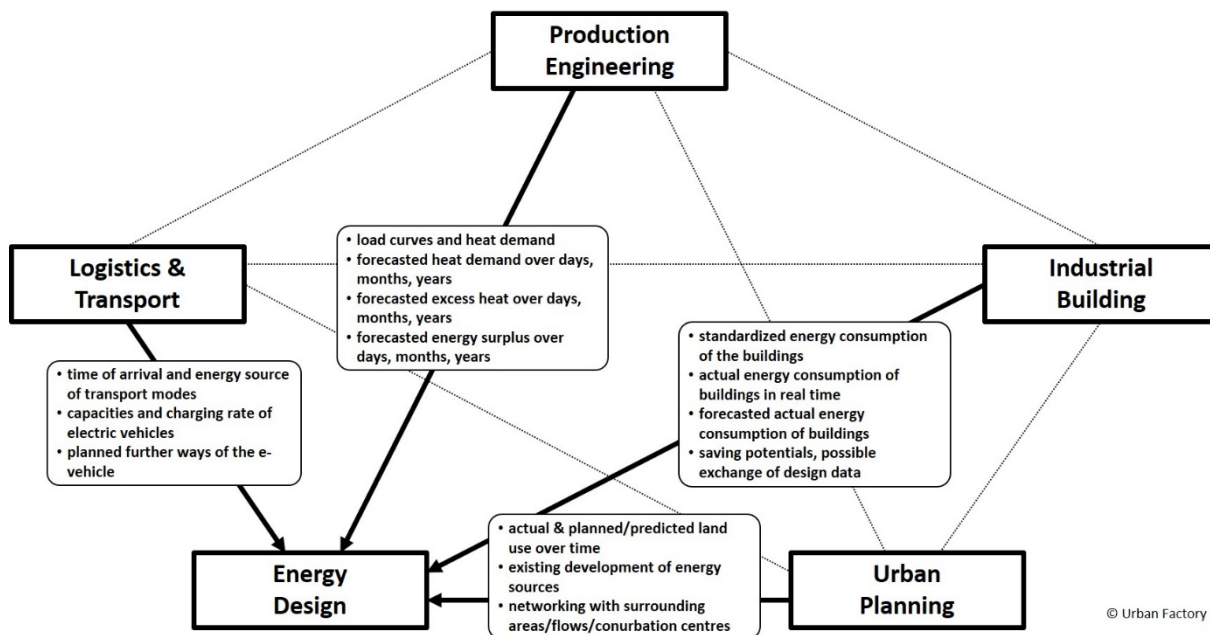


Abbildung 4.2-4: Energy design interfaces with other involved disciplines for urban factories

Urban planning & development sets the global framework for all disciplines in which all (value-adding) planning and activities take place. In contrast to the other disciplines, production is not at the core of planning, even if, for example, a special location is to be developed in terms of urban development and planning. The guiding motive for action is the sum of all the interests of the urban stakeholders with production being one of these. Accordingly, the interfaces refer on the one hand to the flow of information or the necessary communication between the disciplines. In addition, general planning requirements for safe, clean, sustainable and healthy cities form the interfaces to the other disciplines. Figure [Abbildung 4.2-5] describes the core contents of the functional interfaces of the discipline *urban planning & development* with the other disciplines involved.

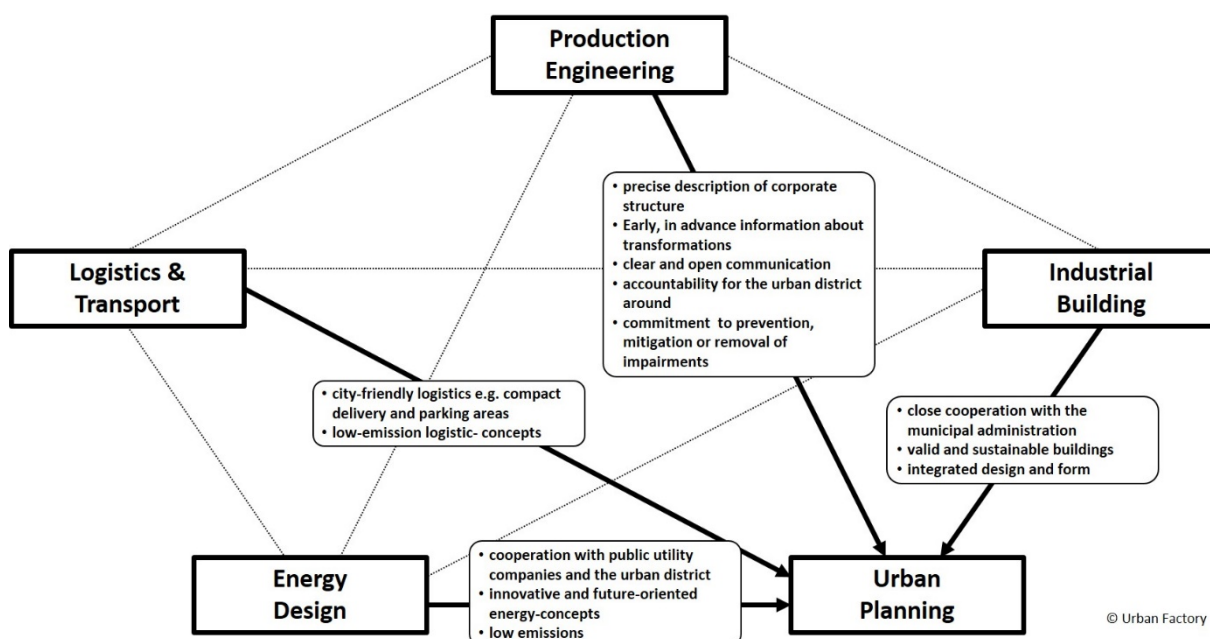


Abbildung 4.2-5: Urban Planning & development interfaces with other involved disciplines for urban factories

Planning Activities for Urban Factories

In contrast to a functional need to cooperate during planning and operations, interdisciplinary research requires an integration of the disciplines, which necessarily challenges each involved discipline to deploy its own analytical skills and tools “while opening one’s mind to the methods of other disciplines” in a collaborative approach (Darbellay et al. 2017). Therefore, the methodological approach of analysis and planning also has to be coordinated. As an example of the need for coordination and the resulting potential problems, the different scopes (city and factory) during planning and the intensity of planning activities in these scopes can be used. Figure [Abbildung 4.2-6] illustrates the scopes and the intensity of the planning activities over time.

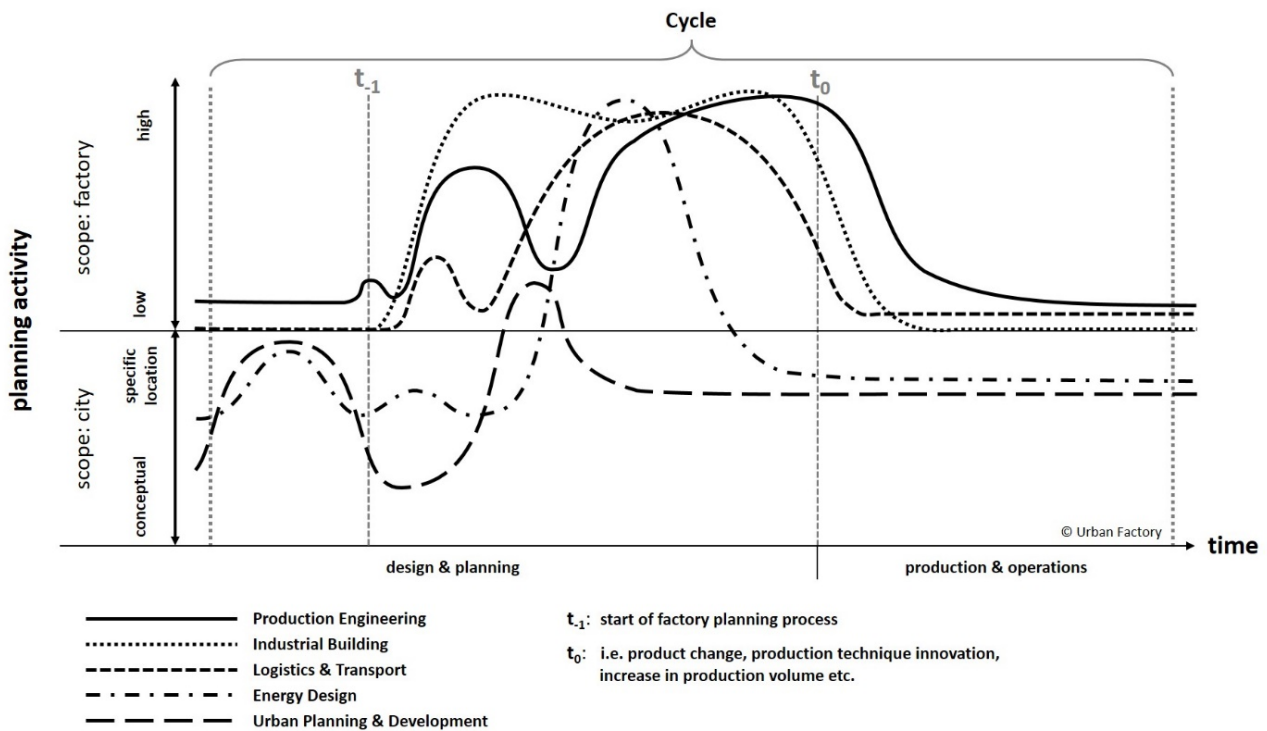


Abbildung 4.2-6: Planning activities of involved disciplines for urban factories

The disciplines’ planning activities relate to two different spatial scopes. The disciplines *production engineering*, *industrial building & architecture*, *logistics & transport* act essentially in the scope factory. Within this scope, planning is generally carried out on the basis of business principles. Accordingly planning focuses on the value-adding function of the factory intrinsic to the specific location. All three disciplines are also influenced by specifications and regulation from other scopes. The discipline *production engineering*, for example, must comply with environmental regulations. The same applies to the discipline of logistics & transport. Furthermore, there are the framework conditions of the transport infrastructure, which are located in the spatial scope of the city. In addition to the functional design of the building and the site, the discipline of *industrial building & architecture* also takes into account aesthetic and urban planning aspects.

The figure also shows that the disciplines refer to each other in their planning activities within the two scopes, since they share a common planning object. The planning of the three disciplines *production engineering*, *industrial building & architecture* and *logistics & transport* within the scope factory follows a sequential pattern. Thus the planning is divided into subtasks for which the disciplines find solutions according to their area of responsibility. Such an approach corresponds to the classical approaches of factory planning. Figure [Abbildung 4.2-7] illustrates the approach of factory planning according to Grundig (2014).

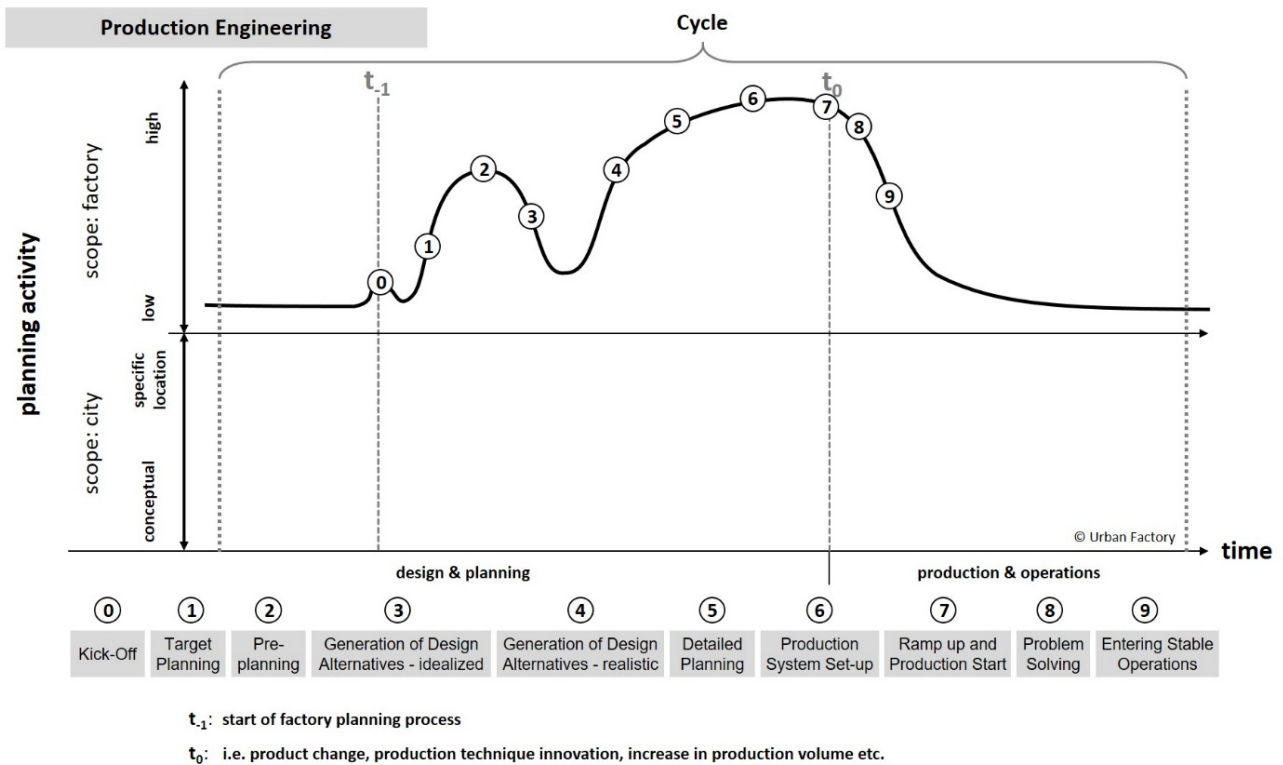


Abbildung 4.2-7: Planning activities of discipline production engineering (steps 0-9 based on (Grundig, 2014))

The disciplines *energy design* and *urban planning & development* play a major role in the scope city. The planning in the field of urban planning and energy supply of the city usually refers to a higher, more abstract level, in which primarily conceptual planning is carried out. The developed mission statements and visions are then transferred to individual areas and locations. Thus, a general planning activity prevails in these two areas. This becomes more specific for individual areas and, if necessary, enters into the specific site planning. For the discipline of *energy design*, specific planning is usually necessary if the planned location has special needs, for example with regard to the amount of energy required or the energy source to be used. The discipline of *urban planning & development* enters into specific site planning when a site is to be developed for the establishment of a company or when the planning is so far advanced that it can be approved or accepted.

In summary, it can be stated that in the planning of production sites in urban space, different time sequences and spatial approaches prevail between the disciplines. Thus, not only the functional differences, but also the methodological differences between the disciplines pose a challenge for the necessary interdisciplinary planning and design of urban factories. These challenges are increasing with the project size as many real-world large-scale projects demonstrate.

4.2.2 Ökotope als Analogie für eine nachhaltige Wertschöpfung in Städten

Eine andere Perspektive ist für die Analyse und Gestaltung der Schnittstelle Stadt-Fabrik auf städtebaulicher Ebene in gemeinsamer Betrachtung mit der baulichen und funktionalen Einbindung auf Unternehmensebene entwickelt worden. Mit dem Beitrag „Urbane Produktion: Ökotope als Analogie für eine nachhaltige Wertschöpfung in Städten“ (Juraschek, Vossen, Hoffschroer, Reicher, & Herrmann, 2018), der in dem Buch „Interdisziplinäre Perspektiven zur Zukunft der Wertschöpfung“ veröffentlicht wurde, fassen die Autoren die Projektergebnisse zu diesem Betrachtungsrahmen zusammen. Der Beitrag ist als Auszug im folgenden Abschnitt wiedergegeben.

Erstveröffentlichung dieses Textes in (Juraschek, Vossen, et al., 2018)

Unser Verständnis des urbanen Raums im Kontext der urbanen Produktion ist die eines multifunktionalen Siedlungsgebiets mit komplementären Nutzungen für die Produktion in unmittelbarer räumlicher Nähe zueinander. Urbane Räume besitzen vielfältige Funktionen und Nutzungen wie beispielsweise Wohnen, soziale Infrastruktur oder Handel. Daher können monofunktionale Gewerbe- oder Einzelhandelsgebiete ohne einen direkten Austausch mit anderen Nutzungen nach unserem Verständnis nicht als urbane Produktion angesehen werden. Die spezifische Urbanität der multifunktionalen Gebiete lässt sich nur schwer in städtische und nicht-städtische Gebiete kategorisieren, da Urbanität selbst ein komplexes Konzept mit vielschichtigen Dimensionen ist. Der urbane Raum ist eine offene Umgebung, welche Elemente des urbanen Systems enthält. Dabei bestimmen im Kontext der urbanen Produktion das Vorhandensein und die Intensität der vorhandenen Elemente die spezifische Qualität des urbanen Raums sowie die möglichen Effizienzpotentiale. Im Kontext der urbanen Produktion sind diese Bestandteile i. Wissen / Mensch / Stadtgesellschaft / Bildung / Know-how; ii. Wasser / Luft (Emissionen) iii. Energie; iv. Rohstoffe.

Eine der wichtigsten Schnittstellen im System Stadt ist der Mensch. Mit seinen Grundbedürfnissen nach Wohnen, Arbeit, Versorgung und Freizeit besitzt er die intensivsten Austauschbeziehungen im System der Stadt. Aus städtischer Perspektive tritt er vor allem als Arbeitskraft, als Konsument/Abnehmer von Waren und Gütern und als Bewohner auf, der Emissionen ausgesetzt ist auf. Hierbei erzeugt er Warenströme durch Konsum, Energie- und Stoffströme. Der wesentliche materielle Austausch zwischen den Systemen erfolgt über die Schnittstelle Infrastruktur. Der Austausch kann dabei im Quartier aber auch mit dem Umfeld der Stadt erfolgen. Eine weitere Schnittstelle ist die Umwelt. Hierbei fungieren vor allem der Faktor Boden bzw. Flächenverfügbarkeit sowie Luft und Wasser als Austauschschnittstelle. Das System der urbanen Produktion mit seinen immateriellen und materiellen Stoffströmen wird in Abbildung 4.2-8 dargestellt. Wissen und Innovationen sind elementare Produktionsmittel der Zukunft, die in städtischen Räumen, in Bildungseinrichtungen und kreativen Quartieren erzeugt werden (Schössler et al., 2012). Der Austausch und die Vermehrung von Wissen sind immaterielle Ströme und Kreisläufe, die nicht unbedingt nur an Städte gebunden sind, aber hier einen Ursprung haben können.

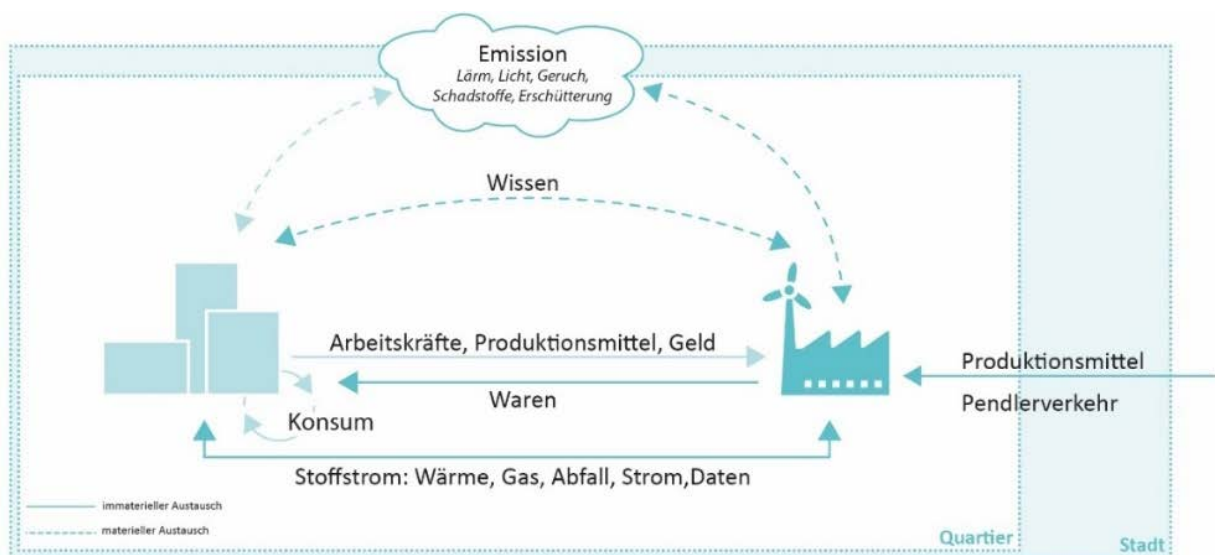


Abbildung 4.2-8: System der urbanen Produktion mit materiellem und immateriellem Austausch

Fabriken im urbanen Raum

Produktion ist ein wichtiger Bestandteil des Wirtschaftssystems nahezu überall auf der Welt. Im Jahr 2014 betrug der Anteil des verarbeitenden Gewerbes an der Bruttowertschöpfung aller Wirtschaftsbereiche in Deutschland 22,3% (EU: 15,3%) (Statistisches Bundesamt, 2015). Der Sekundärsektor ist ein wichtiger Bestandteil einer ausgeglichenen und nachhaltigen Volkswirtschaft. Fabriken sind

Orte der Produktion, in denen wertschöpfende Prozesse stattfinden. Dabei wird ein Produktionsstandort häufig mit negativen Einflüssen auf ihre Umgebung wie Lärm, Partikelemissionen oder einer Verkehrsbelastung assoziiert. Die dafür verantwortlichen Technologien und Prozesse werden im Zuge der technologischen Entwicklung stetig energie- und ressourceneffizienter und Unternehmen werden zunehmend auch an der Nachhaltigkeit ihrer Geschäftsmodelle gemessen (Herrmann, Schmidt, Kurle, Blume, & Thiede, 2014). Mit dem Einsatz der neu verfügbaren Technologien können Fabriken ihre negativen Auswirkungen vermindern, eliminieren oder sogar positive Einflüsse für die Umgebung anbieten und so stadtkompatibler werden (Herrmann, Blume, Kurle, Schmidt, & Thiede, 2015). Fabriken in der Stadt haben dabei die Chance neue Geschäftsmodelle und Produkt-Service-Systeme zu eröffnen. Unter Einbezug aktueller Megatrends wie Urbanisierung, Digitalisierung oder die steigende Personalisierung von Produkten wird der urbane Raum ein wichtiger und attraktiver Ort für das verarbeitende Gewerbe sein. Dabei gilt es aber auch eine Vielzahl von Herausforderungen zu bewältigen, die mit urbaner Produktion verbunden sein können. Dazu zählen neben Emissionen durch urbane Fabriken auch Zielkonflikte in den räumlichen Entwicklungsbedarfen von Stadt und Fabrik zu wichtigen Handlungsfeldern. Viele dieser Herausforderungen sind durch „unbeabsichtigte“ urbane Fabriken entstanden, die ursprünglich am Stadtrand oder außerhalb des urbanen Raumes geplant und errichtet, aber im Zuge der Urbanisierung durch das Wachstum der Städte eingeht wurden (Reicher, 2014). Eine Auswahl von Interaktionen zwischen Fabrik und Stadt über die Werksgrenze ist in Abbildung 4.2-9 dargestellt.

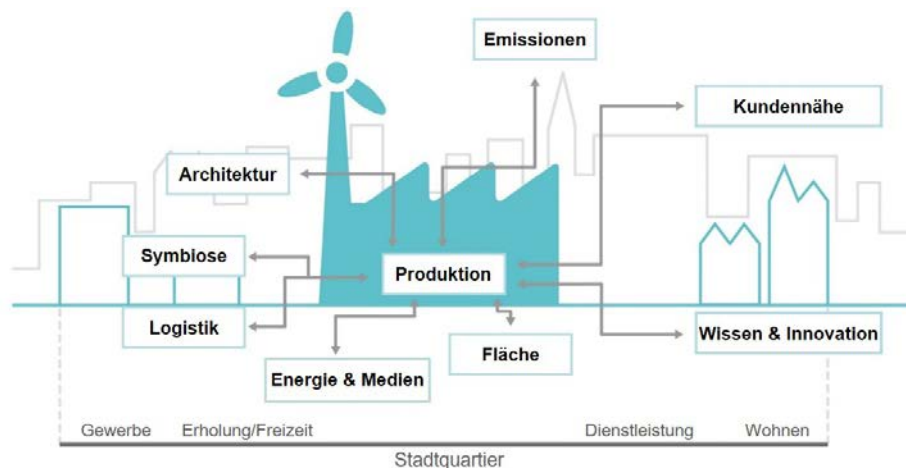


Abbildung 4.2-9 Ausgewählte gegenseitige Auswirkungen und Potentiale urbaner Produktion, aufbauend auf (Schössler et al., 2012)

Für die positive Einbindung von Produktion in eine Stadt und die systematische Erschließung der Potentiale urbaner Produktion ist ein besseres Verständnis der unterschiedlichen gegenseitigen Wechselbeziehungen zwischen einer oder mehreren Fabriken und dem umgebenden urbanen Raum notwendig.

Ökosysteme und Ökotope

Ökosysteme und deren Beschreibung steht im Fokus der Umweltwissenschaften. In diesem Bereich blickt die Forschung auf eine lange Tradition zurück. Ein Ökosystem ist ein mehr oder weniger definiertes Gebiet, in dem Gemeinschaften lebender Organismen zusammen mit einer abiotischen Umwelt einem stabilen Zustand existieren (Townsend, Begon, & Harper, 2009). Zum Beginn des 20. Jahrhunderts rückt die Grenze bzw. Übergangzone zwischen verschiedenen Ökosystemen in den wissenschaftlichen Fokus. Beispiele für solche Übergangszonen sind ein Flussufer oder ein Waldrand. Livingston beschrieb im Jahr 1903 eine „Spannungszone“ zwischen biologischen Gemeinschaften (Livingston, 1903). Dieses Konzept wurde zwei Jahre später von CLEMENTS aufgegriffen und erweitert mit der Beschreibung „[...] accumulated or abrupt change in the symmetry is a stress line or ecotone“. Der Begriff „ecotone“ (dt. Ökoton, oft auch Saumbiotop) für die Übergangzone zwischen Ökosystemen findet im Folgenden den Weg in das wissenschaftliche Vokabular. Dabei werden die Konzepte der „ecotones“ und „ecoclines“ durchaus kontrovers diskutiert (Attrill & Rundle, 2002). Als „ecoclines“ werden im Gegensatz zu Ökotonen stabilere Zonen des Übergangs bezeich-

net (Maarel, 1990). In Ökotonen als Übergangszonen zwischen verschiedenen Ökosystemen können oftmals eine höhere Artenvielfalt, größere Aktivität und Vitalität beobachtet werden, da in einem Ökoton die Arten beider angrenzender Ökosysteme vorkommen können (siehe Abbildung 4.2-10). Weiterhin können hier auch Arten vorkommen, die nur unter den speziellen Bedingungen des Ökoton existieren können.

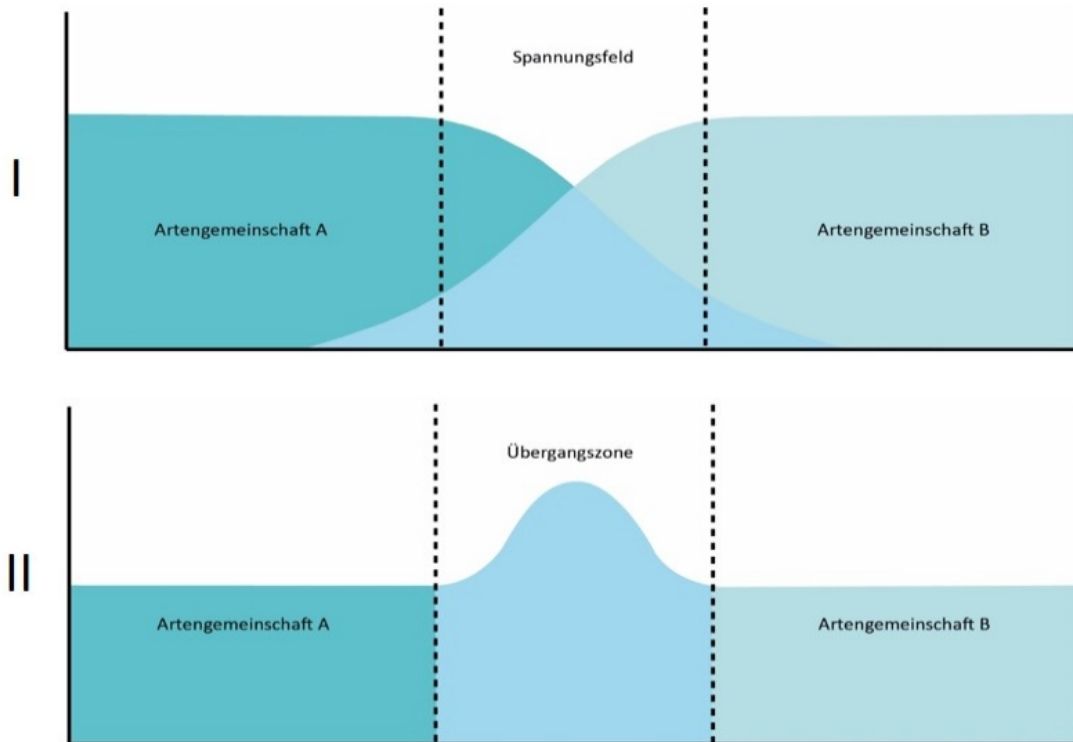


Abbildung 4.2-10: Artenverteilung im Spannungsfeld (dem Ökoton) zwischen den Artengemeinschaften A und B (I), (II) zeigt die kumulierte Anzahl der Lebewesen in der Übergangszone, nachgebildet von (Biology Discussion, n.d.)

Zu den besonderen Bedingungen eines Ökoton zählen die in der Regel große Biodiversität und hohe Primär- und Sekundärproduktivität, durch die die Ströme von Wasser und Nährstoffen hier konzentriert werden (McArthur & Sanderson, 1999). Prendergast and Berthon haben vier Haupteigenschaften von Ökotonen beschreiben, die beobachtet und zur Definition herangezogen werden können (Prendergast & Berthon, 2000):

1	Ökotone sind Zonen der Interaktion zwischen zweien oder mehreren nebeneinanderliegenden Ökosystemen mit Mechanismen, die nicht in diesen Ökosystemen vorkommen. Die Interaktion wird von außen bestimmt.
2	Ökotone sind in die Ökosysteme hineinreichende Übergangszonen. Dieser Grenzbereich hat eine oder mehrere beobachtbare Variablen.
3	Ökotone zeigen in der Regel einen höheren Artenreichtum auf, da sie Arten beider benachbarter Ökosysteme und dem Ökoton eigene Arten unterhalten können.
4	Ökotone sind externen Kräften ausgesetzt und von diesen beeinflusst, sodass sich die Gestalt eines Ökoton mit der Zeit verändert.

Tabelle 4.2-1: Haupteigenschaften von Ökotonen

Gestalt von Ökotonen

Ökotope können empirisch in wiederkehrende, aber bedingt durch die Umgebungsbedingungen der benachbarten Ökosysteme doch einzigartige Erscheinungsformen unterteilt werden. Die Bestimmung von Ökotonen und deren Ausmaßen wird häufig von der Identifikation der Ökosysteme und ihrer Grenzen abgeleitet. Hierfür können eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden zum Einsatz kommen, die sich im zeitlichen Aufwand, den Kosten, der Genauigkeit und dem spezifischen Anwendungsfall unterscheiden. Diese Bestimmungsmethoden decken eine hohe Bandbreite ab von einer visuellen Einschätzung von Karten und Luftbildern, das manuelle Zählen bestimmter Arten in Zusammenhang mit ihrem Erscheinungsort (Beckage et al., 2008), über die automatisierte Bildauswertung bis hin zu einer Quantifizierung durch mit Drohnen aufgenommenen Daten. Abhängig von der funktionellen und räumlichen biogenen Durchmischung zwischen Ökosystemen können Ökotope als deren Übergangszone eine Vielzahl von Gestalten annehmen; von klar definierten, scharfen Grenzen (Klippen, die aus dem Meer herausragen) bis zu fließenden, unscharfen Grenzbereichen (Waldrand, an dem sich der Baumbestand sukzessive ausdünn). Eine Übersicht ausgewählter beobachteter Erscheinungsformen von Ökotonen ist in Abbildung 4.2-11 dargestellt. Das Konzept der Ökotope als Beschreibungsform wurde in verschiedenen Ansätze in andere Wissenschaftsfelder übertragen, zum Beispiel im Marketing (Prendergast & Berthon, 2000) oder für nachhaltige Produkt-Service-Systeme (Herrmann, Dettmer, Kuntzky, & Egede, 2011).

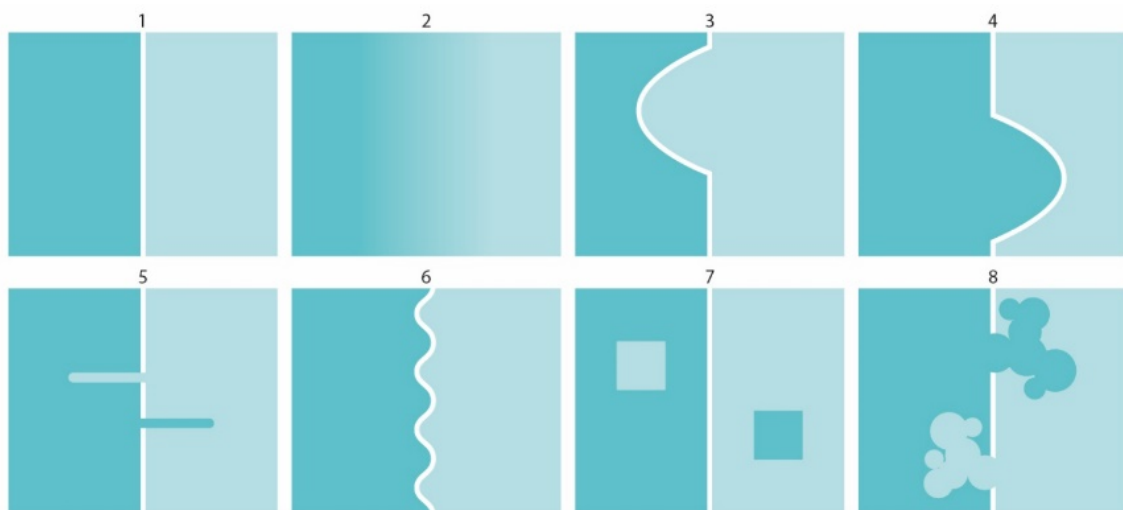


Abbildung 4.2-11: Unterschiedliche Typologien und Formen von Ökotonen nach (Jurschitza, 2009)

Anwendung von Ökotonen für urbane Fabriken

Die Anwendung der beschreibenden Methode der Ökotope aus der Ökologie für urbane Fabriken erlaubt die Analyse der gemeinsamen Übergangszone zwischen einer Produktionsstätte und der umgebenden Stadt. Dabei können die Unterschiedlichkeit der Gestalt und die Diversität der Funktionen dieser Schnittstellen eine ähnliche Komplexität aufweisen wie bei den zuvor beschriebenen Ökosystemen. Eine an die Ökotope angelehnte Methode kann zur Beschreibung und Analyse der unterschiedlichen Manifestationen der Übergangszonen zwischen Fabrik und urbanem Raum genutzt werden. Das damit einhergehende tiefere Verständnis der Fabrik-Stadt-Schnittstelle erlaubt eine ökologisch, ökonomisch und sozial vorteilhaftere Wertschöpfung.

Eine Fabrik kann, wie eine Stadt oder ein Stadtquartier, als eigenständiges System in Analogie zu einem Ökosystem betrachtet werden, da es eine eingegrenzte Gemeinschaft von unterschiedlichen Organismen (Arbeitende/Angestellte) darstellt in Verbindung mit einer nicht lebenden Umwelt. Es werden unterschiedliche Aufgaben durch spezialisierte Individuen ausgeführt. Die Produktivität – in einem Ökosystem gilt die Primärproduktion von Biomasse als eine wichtige Leistungskennzahl – ist im Fall eines Produktionssystems verbunden mit der Herstellung von Produkten unter der Nutzung biotischer und abiotischer Ressourcen. Korrespondierend zu den Parametern biologischer Ökotonparameteren sind die beobachtbaren Indikatoren von „Urban Factory Ecotones“ Aktivität und Lebendigkeit. Unter dem Begriff Aktivität sind alle Handlungen zusammengefasst, die zur Wertschöpfung führen. Dies umfasst sowohl Produktionsprozesse und unterstützende Prozesse als auch Forschung

und Entwicklung. Lebendigkeit beschreibt die Intensität der unterschiedlichen urbanen Nutzungen. Die Entwicklung der hier beschriebenen Methodik beruht im ersten Schritt auf qualitativen Indikatoren. Für die Bewertung der Aktivität einer Fabrik können die funktionalen messbaren Parameter Produkt- und Dienstleistungsvielfalt (analog zur Artenvielfalt eines Ökosystems), die Anzahl der hergestellten Produkte (analog zur Anzahl der Individuen) und der generierte Umsatz (analog zur biologischen Produktivität) sein. Für die „Urban Factory Ecotones“ ergeben sich die folgenden vier Haupteigenschaften:

1	Urban Factory Ecotones sind eine Zone der Interaktion zwischen dem benachbarten urbanen System und dem Fabrikssystem mit Mechanismen, die in den beiden Einzelsystemen vorkommen. Die Interaktion wird von außen aus der Stadt und der Fabrik bestimmt.
2	Urban Factory Ecotones sind eine in das urbane System und in das Fabrikssystem hineinreichende Übergangszone. Diese Grenze hat eine oder mehrere beobachtbare Variablen.
3	Urban Factory Ecotones zeigen in der Regel eine höhere Interaktion und Innovation auf, da sie Aktivitäten beider benachbarter Systeme und dem Ökoton eigene unterhalten können.
4	Urban Factory Ecotones sind externen Kräften ausgesetzt und von diesen beeinflusst, sodass sich die Gestalt eines Ökoton mit der Zeit verändert

Tabelle 4.2-2: Haupteigenschaften von "Urban Factory Ecotones"

Analog zu den Ökotonen in der Ökologie wird die Gestalt der Übergangszone zwischen Stadt und Fabrik maßgeblich durch die Stoff-, Energie- und Informationsflüsse über die Systemgrenzen hinweg geformt. Ist der Grenzbereich am Punkt des Aufeinandertreffens der beiden Systeme Stadt und Fabrik räumlich und funktional undurchlässig, so werden Aktivität und Lebendigkeit beider Seite nicht miteinander interagieren wie in Abbildung 4.2-12 gezeigt. Hier entsteht keine Innovation durch Durchmischung. Dennoch können Auswirkungen das benachbarten System beeinflussen. Im Fall des scharfen Grenzbereichs ohne Durchmischung sind diese Auswirkungen meist negativer Art, zum Beispiel Lärmemissionen der Fabrik oder räumliche Beschränkungen.

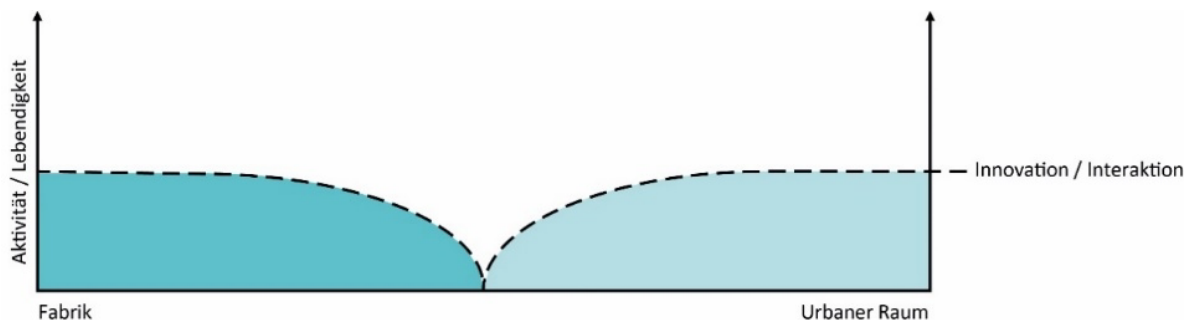


Abbildung 4.2-12: Verteilung der Aktivität und Lebendigkeit mit resultierender Innovation und Interaktion für eine scharfe Grenze ohne räumliche Durchmischung von Fabrik und urbanem Raum

Demgegenüber stehen Übergangszonen, die räumlich und/oder funktional zwischen Fabrik und Stadt geteilt sind. Durch die Durchmischung beider Systeme im Grenzbereich kann eine hohe Interaktion resultieren und durch die Vielfältigkeit der Aktivitäten können Innovationen entstehen (Abbildung 4.2-13).

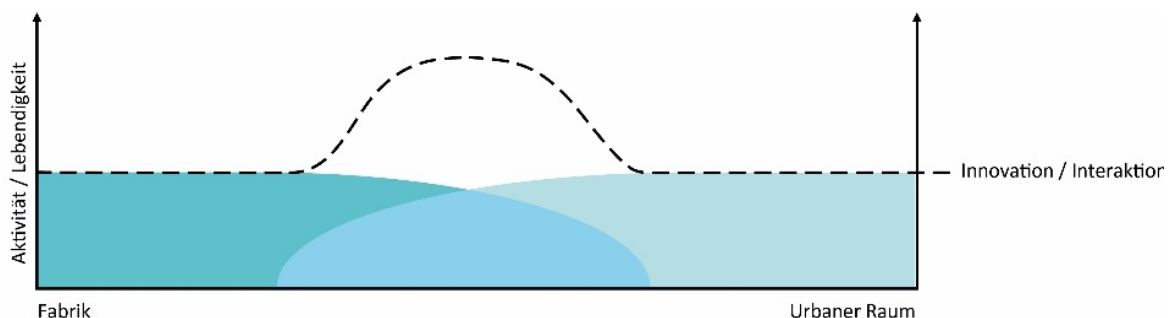


Abbildung 4.2-13: Verteilung der Aktivität und Lebendigkeit mit resultierender Innovation und Interaktion für eine hohe räumliche und funktionale Durchmischung von Fabrik und urbanem Raum

Dass Vielfaltigkeit (Diversity) in Unternehmen zu einer höheren Innovationsfähigkeit führen kann, wurde in mehreren Studien untersucht und bestätigt (Forbes, 2011). In einem Urban Factory Ecotone befähigt diese Vielfaltigkeit neue Geschäftsmodelle für das Unternehmen, kann Innovation, Forschungs- und Entwicklungsarbeiten unterstützen, die Attraktivität des Stadtquartiers steigern und die Implementierungsmöglichkeiten für Produkt-Service-Systeme (PSS) bis hin zu Fabrik-Service-Systeme (FSS) stärken. Eine Fabrik kann ein Ort werden, an dem die Stadtbewohner Einrichtungen und Anlagen nutzen können für ihren eigenen Bedarf oder innovative Projekte. Die beiden benachbarten Systeme Stadt und Fabrik sind voneinander abhängig mit Blick auf die grenzüberschreitenden Ströme von Energie, Ressourcen, Menschen und Informationen. Diese Systeme selbst können dabei in unterschiedlichen Auflösungen betrachtet werden – ein Ökoton kann sowohl zwischen benachbarten Fabriken oder urbanen Gebieten als auch zwischen mehreren Fabriken beobachtet werden. Basierend auf den Erscheinungsformen ökologischer Ökotonen wurden fünf für die urbane Produktion hergeleitet. Diese sind in Tabelle 4.2-3 dargestellt mit einer Beschreibung der Eigenschaften, Potentiale und Herausforderungen.

Urbane Fabrik					
Ökoton					
Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> Sehr geringe Interaktion zwischen Fabrik und Stadt Isolierte Produktion, aber mit Umgebungsauswirkungen Fabrik als Hindernis im urbanen Raum 	<ul style="list-style-type: none"> Vornehmlich Einfluss der Stadt auf die Fabrik Nachfrage von Produkten und Dienstleistungen ausgehend vom urbanen Gebiet 	<ul style="list-style-type: none"> Vornehmlich Einfluss der Fabrik auf die Stadt Produktion für die urbane Bevölkerung Personalisierte Konsumprodukte Dienstleistungen durch die Fabrik für die Stadt 	<ul style="list-style-type: none"> Hoher Austausch /Kollaboration zwischen Stadt und Fabrik Formalisierte Kommunikation Urbane Produkt-Service-Systeme und (PSS) Fabrik-Service-Systeme (FSS) 	<ul style="list-style-type: none"> Geteilte Räume /Funktionen Hohe Vielfalt Symbiotischer Austausch Durchmischung von Stadt- und Geschäftsleben Informelle Kommunikation und Netzwerke
Potentiale	<ul style="list-style-type: none"> Höhere Nutzung der Infrastruktur Sichere, isolierte Produktion Emissionsvermeidung für den urbanen Raum 	<ul style="list-style-type: none"> Kurze Entwicklungszeiten und Innovationszyklen PSS Kurze Wege Attraktiver Arbeitsstandort 	<ul style="list-style-type: none"> Nutzung der urbanen Infrastruktur Nachhaltige Produktion personalisierter Produkte PSS 	<ul style="list-style-type: none"> Gezielte Kollaboration für definierte Ziele Hohe Innovationskraft 	<ul style="list-style-type: none"> Bessere Kundenbeziehung Neue PSS & FSS Hohe Innovationskraft Positiver sozialer Einfluss Urbane industrielle Symbiose
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> Niedrige Innovationskraft Überlastung der Infrastruktur Hohes Konfliktpotenzial zwischen Fabrik und Stadt Geringes PSS/FSS Potential 	<ul style="list-style-type: none"> Ökonomische Entwicklung der Fabrik kann durch die Umgebung behindert werden 	<ul style="list-style-type: none"> Akzeptanz Stadtentwicklung kann durch die Fabrik behindert werden Potenzielle Konflikte zu Emissionen 	<ul style="list-style-type: none"> Verwaltungskosten und Verzögerungen Bedarf der gegenseitigen Beachtung System anfällig für äußere Störungen 	<ul style="list-style-type: none"> Bedarf der gegenseitigen Beachtung System anfällig für äußere Störungen

Tabelle 4.2-3: Beschreibung ausgewählter Urban Factory Ecotones

Diese beschreibende Methode kann in allen Lebensphasen urbaner Fabriken genutzt angewendet werden: Neuerrichtung einer Produktionsstätte in einem urbanen Gebiet, räumliche Erweiterung einer existierenden Fabrik, Hinzufügen neuer funktionaler Fertigkeiten, Konsolidierung und Konfliktlösung sowie in der Gestaltung vorteilhafter Nachnutzungen am Ende des Lebenszyklus einer urbanen Fabrik.

4.2.3 Potenzieller Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung von Städten

Eine Steigerung der Ressourceneffizienz durch urbane Fabriken im Systemverbund aus Stadt und Fabrik geht einher mit einem Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung im urbanen Raum als übergeordnetes Ziel. Für diese Hypothese, die dem Verbundprojekt zu Grunde liegt, wurden die Ziele für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen (Sustainable Development Goals) analysiert und die potentiellen Beiträge urbaner Fabriken zu diesen gegenübergestellt. Die Ergebnisse dieser Analyse wurden publiziert unter dem Titel „Urban Factories and Their Potential Contribution to the Sustainable Development of Cities“ (Juraschek, Bucherer, et al., 2018) in *Procedia CIRP*. Das Vorgehen der Bewertung und die Ergebnisse sind im folgenden Text in der Originalsprache der Publikation wiedergegeben.

Erstveröffentlichung dieses Textes in (Juraschek, Bucherer, et al., 2018)

The potential contribution of urban factories to sustainable urban development

As mentioned before, cities consist of many different elements and together these functional elements make up a set of components providing urban services and fulfilling the needs of the citizens. Urban factories are one set of these building blocks. With an integrative approach urban production sites do not only play a role in creating value and wealth in cities, but also offer several other positive impacts to their urban surroundings (Herrmann et al., 2015). In cities, all elements are required to contribute to sustainable urban development in order to achieve the targets of the SDG. Urban factories potentially contribute not only because they are urban elements but also with regard to the high potential impact in all dimensions: economic (e.g. value creation), social (e.g. jobs and social security) and ecological (e.g. emissions). To identify areas of contribution for urban factories to the sustainable development strategy formulated in the SDG, an assessment methodology is proposed in the following. It is important to emphasize that the scope of the framework is to identify and rate the potential positive contributions by urban factories. Negative impacts resulting in the considered categories or even problem shifting to other fields are not evaluated. The aim is to identify the goals of the SDG to which urban factories can potentially contribute. Before any implementation, comparative evaluations have to be performed considering different utilization opportunities of urban spaces regarding their impact on urban sustainability.

Assessment methodology

For the purpose of assessing the potential contribution of urban based factories to the SDG, the targets specified for each goal as in the 2030 agenda for sustainable development were examined (United Nations, 2015). All formulated targets for all goals were rated regarding the potential contribution of urban factories to fulfill them. For this purpose, a rating classification is defined with four levels. Each level is associated with a numerical value between zero and three for calculation purposes. All targets of a specific goal were assessed regarding the potential contribution of urban factories according to the following scheme:

- High direct contribution potential– score 3
- Medium direct contribution potential – score 2
- Low or indirect contribution potential – score 1
- No significant contribution potential - score 0

These ratings of the targets are then aggregated for the goal under investigation. The overall potential contribution of urban factories to the specific goal is derived from the sum of the ratings of the targets in relation to the possible maximum score. The possible maximum score depends on the quantity of the targets for this goal. This results in a numeric value between one and zero for each goal.

- – 0.75: High direct contribution potential
- 0.50 – 0.74: Medium direct contribution potential
- 0.25 – 0.49: Low or indirect contribution potential
- – 0.24: None or negative contribution potential

This means that single targets are implicit equally weighted within a goal having the same contribution to the overall score of the respective goal. The system border for the impacts of urban factories is defined by the urban space. Only the contribution to the development of the city where the urban factory is located and the urban impacts are considered in the target rating.

Rating results and discussion

The results of the rating for the targets is summarized in figure 1. A color code shows the score for the single targets in each goal. The classification of the contribution potential to the goals is also stated in the figure. A high direct contribution potential results for three of the sustainable development goals (8, 9, 12). Together with two goals (7, 11) classified with a medium direct contribution potential urban factories can have an important influence on almost a third of the SDG in urban areas. Five goals are associated with a low or only indirect contribution potential, whereas for seven goals no significant contribution potential was found based on the rating. The results of the classification and the key findings are explained in more detail in the following. It is important to keep in mind that the potential contribution of urban factories to the SDG as set by the United Nations is rated. The consideration of another framework for sustainable development might lead to different results as the goals and targets are different among the published concepts on sustainability. This becomes apparent for example in the rating of goal 4 – quality education. Based on the sustainable development goals, urban factories seem to have no significant contribution to foster education. It would also be possible to argue that factories contribute to quality education significantly as they demand an educated workforce. Further urban factories can offer technical and practical education, e.g. through vocational training. However, goal 4 of the SDG addresses primary and secondary education, including early childhood development and literacy. The potential of urban factories emerges later in the educational lifetime with vocational training, developing practical skills and life-long learning that is only partly targeted by the SDG. Further, the transfer of the SDG, which originally are formulated on a global system level, to the urban system boundary and to sustainable urban development proved at some points to be quite complex. Not all targets can be directly linked to impacts generated by urban factories and in some cases there are many interrelations and interdependencies based on the high complexity of urban systems.

Goals with high contribution potential

A high contribution potential of urban factories can be identified for the goals addressing the economic dimension of sustainability, specifically the goals 8, 9 and 12. Urban factories can directly contribute to promote economic growth, as this is the core purpose of industrial value creation. Factories contribute e.g. to the annual growth rate of real GDP per capita of a city. Further, the concept of urban factories allows high quality working conditions if integrated with the urban functional elements. The quality of living can be increased for the workers through the vicinity to urban services. Urban factories can also play a key role in promoting sustainable industrialization, supporting the creation of resilient infrastructure and fostering innovation (goal 9). They can contribute to raise employment and GDP within a city and offer infrastructure and services to the urban surroundings (goal 8). A high contribution can also be identified for the targets of the SDG addressing energy efficiency. Methods from life cycle engineering can help to ensure sustainable consumption and production (goal 12). Urban factories can be a key element in many of the life cycle stages a product goes through while being closely connected to the area where most of the consumption takes place. They are also important in end-of-life treatment. Urban factories can close material flows towards a circular economy by collecting and treating waste generated in cities and turning it into new products. The concepts of circulation factories and urban mining can be promising approaches for urban industrial symbiosis (Reicher, 2014; Westkämper & Löffler, 2016).

Goals with medium contribution potential

Urban factories are integrated into the infrastructure of a city to fulfill the demands of e.g. energy supply or transport logistics. Through these interfaces a production site can offer its own infrastructure to the surroundings for public use or act as a system element providing services for the city. A medium contribution potential can be identified for the goals 7 and 11. Urban factories can help to ensure access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for the citizens by acting as a flexible component of the energy grid (goal 7). Short time energy storages, the supply of waste heat

to a district heating system or the energy flexibility of a production system used as stabilizer for a volatile energy system are examples for possible contributions. If available, surplus energy can be sold to other urban energy demanders. There are already circumstances in which e.g. the filtering technology implemented in a factory also helps to clean the air of cities, thus reducing air pollution (thyssenkrupp AG, 2017). Mixed use strategies within urban areas can reduce commuting time and by that commuter emissions. The resilience of a city can be strengthened by urban factories, which can act as shelter in case of natural disaster if built accordingly. Modern production technology and producing close to the customer can support reducing the environmental impact per capita induced by citizens and their consumption. Locating an important part of the value chain in cities with urban factories, positive economic, social and environmental links between (peri-)urban and rural areas can be established along the material and energy flows (goal 11).

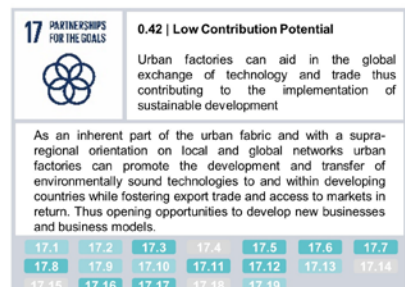
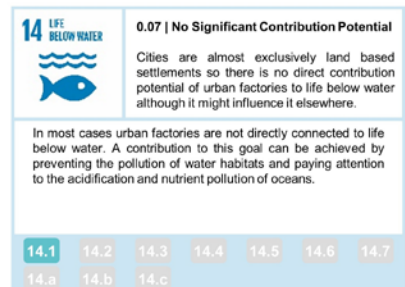
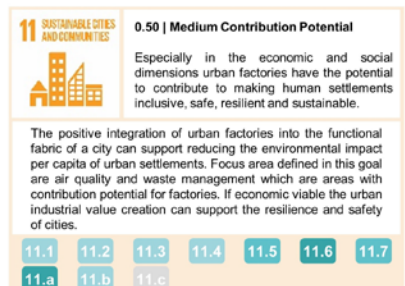
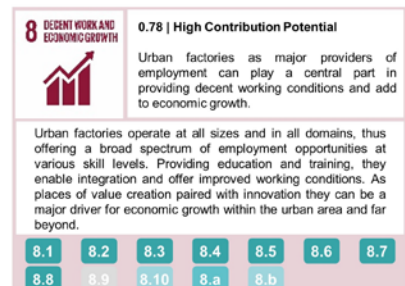
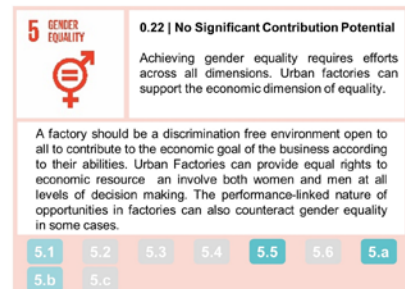
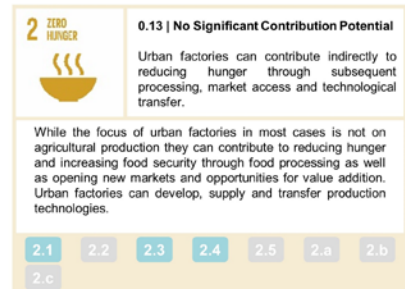
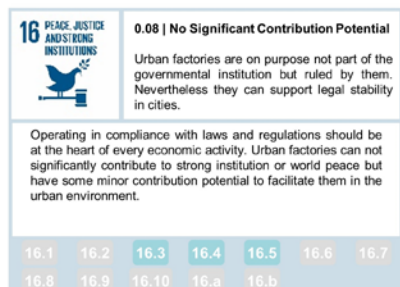
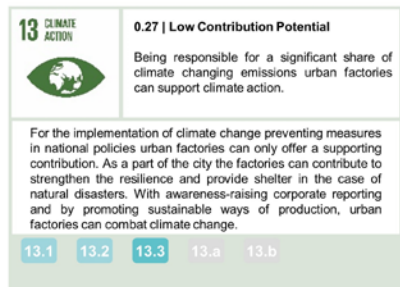
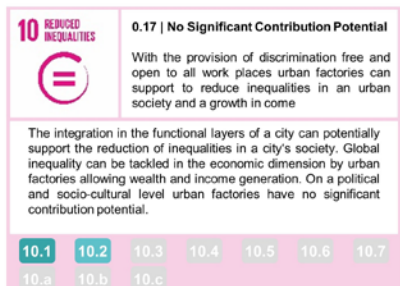
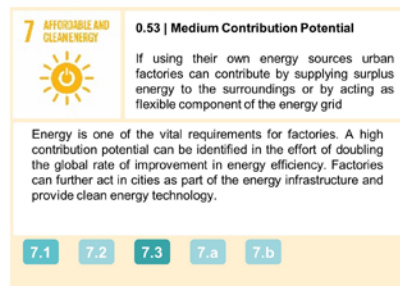
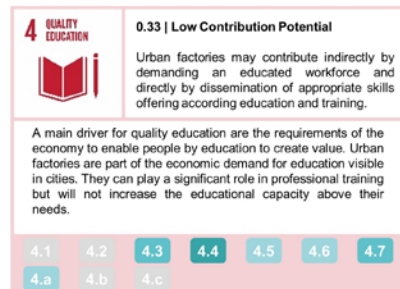
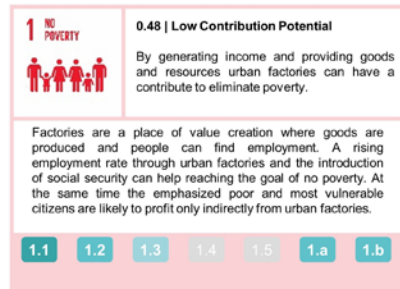
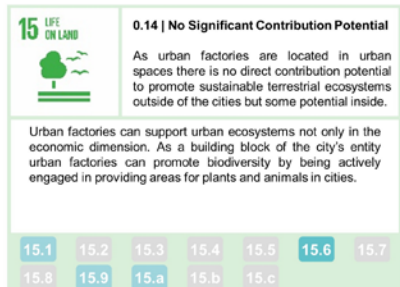
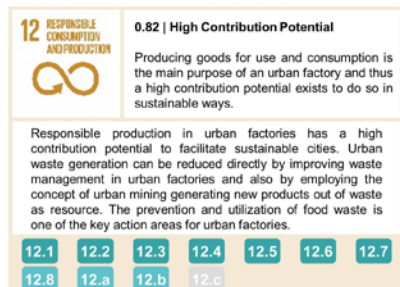
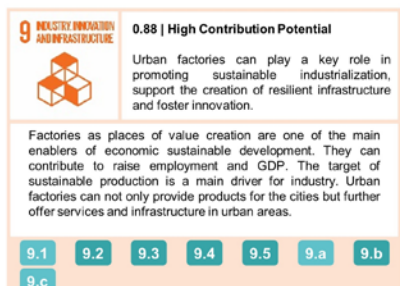
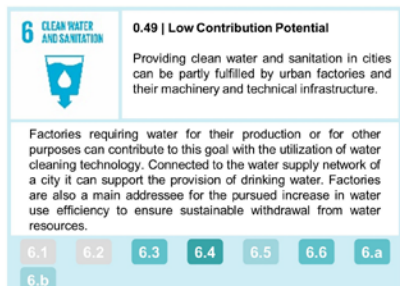
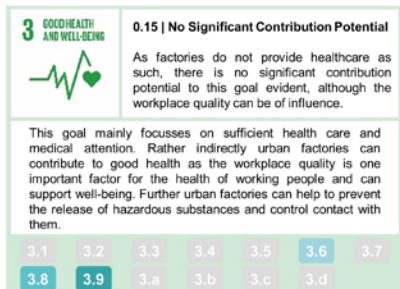
Goals with low contribution potential

Rather low, but still existing contribution potential is found for the goals 1, 4, 6, 13 and 17. These goals rather focus on the social and environmental dimension and when examined on city-level, urban factories can support the targets rather on an indirect level. The income generated in urban factories and the products made can support eliminating poverty in cities (goal 1). Urban factories are integrated in a network of manufacturing and service industries. Not only the person directly employed by the urban factory will benefit, but also people who execute services required by it. Furthermore, urban factories can provide jobs on all qualification levels and not only positions in highly qualified urban working markets (Läpple, 2013). The goal of quality education (goal 4) is directly addressed by urban factories on the practical level, e.g. through vocational training. For the targets set on (pre-)school education, only an indirect link can be identified with companies demanding an educated workforce. Similar to the case of cleaning polluted air in cities, factories can provide clean water and sanitation (goal 6) for the urban water system if there is excess capacity in the equipment installed. As the industrial sector is responsible for a significant share of climate changing emissions, a reduction of these by more sustainable production technology and the implementation of methods from life cycle engineering can support climate action (goal 13). Great value is seen in partnerships for achieving the goals of sustainable development and urban factories can act as one of the partners (goal 17).

Goals with no significant contribution potential

For seven of the SDG (2, 3, 5, 10, 14, 15 and 16) there is no significant contribution potential. Although some targets of these goals are connected to working or consumption, the majority consists of targets that are not directly influenced by urban factories. Some of them are out of the spatial scope of this assessment and focused on mostly rural areas (goal 15) or marine ecosystems (goal 14). Both are outside the system boundary, although some negative contributions can be induced by urban factories, e.g. in the case of pollutant emissions, and can be seen as fields of action. Other goals emphasize healthcare or food supply, which both are not the functional purpose of factories although there are some potential contributions possible. Factories not only manufacture products but in many cases also provide services on-site, e.g. offering food in a canteen for their workforce. In urban areas these internal services can be made available for the public. This could then result in contributions to sustainable city development even for goals that are not within the functional purpose of a factory. The working conditions in urban factories have an impact on the health and well-being of workers as has noise and particle emission on the health of all citizens exposed to them. The working environment and the availability of production technology can be an enabler for reducing inequalities. Nevertheless, there is no potential contribution to be found for most of the targets. Most targets in these goals are out of the functional scope of urban factories.

Urban factories and their potential contribution to the sustainable development of cities



Icons of the sustainable development goals by United Nations

Abbildung 4.2-14: Overview of the potential contributions of urban factories to the UN SDGs

4.2.4 Life cycle oriented industrial value creation in cities

Ein weiterer erstellter Betrachtungs- und Analyserahmen aus der Produktionstechnik fokussiert auf den Lebenszyklus von in urbanen Fabriken hergestellten Produkten. In Kombination mit einer empirischen Datenerhebung wurden die Ergebnisse dieser Arbeiten unter dem Titel „Life cycle oriented industrial value creation in cities“ durch die Autoren Max Juraschek, Eva Becht, Lennart Büth, Sebastian Thiede, Sami Kara und Christoph Herrmann in *Procedia CIRP* publiziert (Juraschek, Becht, et al., 2018). Im Folgenden ist der veröffentlichte Artikel in der Originalsprache reproduziert.

Erstveröffentlichung dieses Textes in (Juraschek, Becht, et al., 2018)

The question arises which activities of industrial value creation can benefit from being situated in urban factories and which are rather unsuitable for cities. The aim of this paper is to explore which life cycle stages are most commonly covered in urban factories by mapping the stages with the value creation chain. An examination of urban production sites in different urban districts was conducted based on an empirical study in the city of Sydney to identify common features of urban factories along the product life cycle. During the study, not only data on the value creation steps has been acquired. In total, 56 different characteristics were assessed for each urban factory covering general information about the company and their industrial sectors as well as detailed product and production system properties. The evaluation of these characteristics is beyond the scope of this paper and subject to further research.

Cities and urban factories (*Urbanity and urban space*)

The perception of urban is not consistent and differs depending on the country and scientific disciplines. There is no general definition of urbanity. A very general definition is based on the density of urban spaces. In cities, the inhabitants (“citizens”) live in close proximity to each other. However, the concentration of people cannot be the only defining characteristic of cities. This is illustrated by the fact that cities play an important role in economic development. In 2014 almost half of the world’s GDP was generated in the 300 largest urban regions, although only a fifth of the world’s population lives there (Parilla, Trujillo, Berube, & Ran, 2015). There are socio-economic and ecologic factors with vital roles for defining the dynamics and degree of innovation that can be found in urban spaces.

A city can be characterized by its functional elements (Reicher, 2014). Among these elements the most important are the infrastructure of a city, places supplying food and commodities, educational, social and cultural facilities, areas as free spaces and for leisure as well as for services, trade and industry. The latter areas do not only contribute to the value creation and economic strength of a city, but are also strong drivers for technological and social innovation. The quantity and spatial arrangement of these functional elements are specific for an urban area and thus can be used to describe a city. At the same time, the functional elements are always part of the utilization of a city. Utilization is used here in the context of urban development and describes the use of the available urban space. Based on (Juraschek, Vossen, Hoffschröer, Reicher, & Herrmann, 2016) the definition of an urban environment is given by the plurality of functions and utilizations: “[...] urban space in the context of urban production is a multifunctional settlement area with complementary uses for production entities in close proximity to one another. Urban spaces inhabit multiple functions and utilization such as housing, social infrastructure or commerce.”

All functional elements of a city are embedded in the spatial and functional layers of a city and interconnected on a material and immaterial level. From the smallest element of the city— a single building or structural object – an interrelation can be found with the surrounding urban quarter. At this interface, the material exchange flows have the most direct effect. The urban quarter itself is an element of an urban district that combines several quarters. The entirety of the urban districts forms the actual city as spatial and organizational unit. At the same time the city is embedded in a region where numerous relationships exist with other cities in the region and with the hinterlands. For the understanding of a city structure it is of great importance to gain an understanding of the composition of the functional elements. The spatial layers of a city result can be described with structural models from the field of urban development. *Reicher* underlines that the performance of a city is mainly determined by the arrangement of its functional elements (Westkämper & Löffler, 2016).

Urban factories and their role in the product life cycle

The term urban factory literally describes a factory situated in an urban environment. A factory is a place of value creation. In operation, a factory transforms the inputs of materials, energy and information into products, by-products, waste and emissions (Herrmann et al., 2014). In general, the input and output flows of energy and material are linked to global (e.g. greenhouse gas emissions) as well as local impacts, i.e. impacts on the urban surrounding (State of the Environment 2011 Committee, 2011). For identification of the common urban activities of industrial value creation, the product life cycle stages are used as a basic framework in the following.

The first stage in the product life cycle is the sourcing of raw materials. Raw materials can be extracted from biotic or abiotic resources. In the following step, the generated raw materials are used in prefabrication. Prefabs are semi-finished products that can be used for a variety of finished products. In the following manufacturing or processing stage, prefabs and raw materials are processed into the final product components. Thereafter, the product components are assembled into final products ready for distribution and the subsequent use stage. The described steps of product creation are supported by activities such as research and development as well as logistics. Further indirect activities that are potentially carried out by manufacturing companies and considered in this study are on-site sales and the provision of services during the product use phase. Urban factories do not only play a role in manufacturing products but also be of importance when it comes to end-of-life treatment of products and waste. At the end of life, products can be reused, remanufactured, recycled or sent to disposal. With an increase in population density and income per person, a higher amount of waste per person is created and demand for space is rising in cities. The resulting material concentration in cities leads to the development of concepts for urban mining.

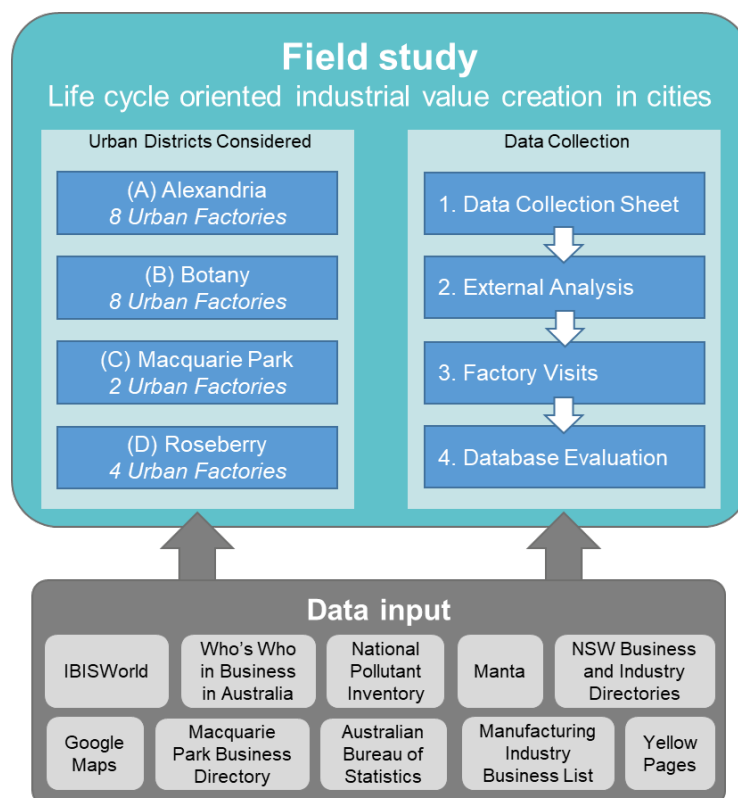


Abbildung 4.2-15: Field study layout with considered urban districts, data collection steps and used data input.

In our view the term urban mining applies not only to built-in resources but also to moveable materials (e.g. the masses of precious metals and rare earths in mobile phones) within the city limits. This extends the scope of urban mining by seeing the whole city as a potential source for resources – as a 'mine'. Thus, urban factories have the potential to source material required for the manufacturing of new products from end-of-life or end-of-use products.

Field study design

Research on urban production is in its infancy therefore data availability and its implications on the life cycle stages in urban production is very scarce. Thus, an empirical analysis of urban factories was carried out as a field study to fill this gap. Sydney is a densely populated city with a high concentration of knowledge, infrastructure and creativity. It was chosen to identify motivations of urban production as well as product and production properties that potentially contribute to a sustainable urban production. The scope of the field study was the evaluation of the product life cycle stages for different urban factories of several industry sectors in systematically selected districts of Sydney.

Background data for Australia and Sydney

Australia is a highly urbanized country, as almost two-third (64%) of the Australians live in one of the eight state capital cities and 87% live in urban areas (Australian Bureau of Statistics, 2017b). The Australian Bureau of Statistics (ABS) Section of State distinguishes between rural and urban areas. An area with a population of 1,000 people or more is regarded urban, or with a lower population as rural (Australian Bureau of Statistics, 2017a). Today, Greater Sydney has considerable economic power, generating nearly a quarter of Australia's GDP. Its economy – at AUD\$ 378 billion per year – is bigger than the combined value of Australia's manufacturing, mining and construction industries (AUD\$ 344 billion per year). After the service sector, the manufacturing sector is the second largest sector in Sydney's economy. As of 2015, there have been 480,000 businesses in total and thereof 17,500 businesses (3.6%) in the manufacturing sector. 8.5% of Sydney's workforce works in manufacturing (news.com.au, 2017).

Geographically, Sydney is surrounded by the Tasman Sea to the east, the Blue Mountains to the west, the Hawkesbury River to the north and the Woronora Plateau to the south. The Greater Sydney area covers 12,000 square kilometers and consists of six districts: North, Central, West Central, South, South West and West. It is noticeable that West Central is home to most of the residents with 22% of Greater Sydney's population, followed by North and Central, both with about 19%. In total, approximately 60% of Sydney's population lives in these three districts. The city of Sydney plays a dominant economic role as a lot people work in the Central Business District (CBD). In addition, it is the cultural and social hotspot. As housing prices have risen over the last decades more and more citizens have been forced to move to cheaper districts at a cost of long commuting to CDB every day (NSW – Government Planning and Environment, 2014, 2016).

Field study layout

To conduct the field study on a life cycle oriented value creation in cities, a methodology was developed, which is presented in Figure 1. Based on the research about urban production, essential parameters were identified, leading to the design of the data collection sheet structure and the design of a database structure. Subsequently research on different urban areas in Sydney was conducted. Criteria such as the Urban Living Index (ULI) and High Density Living (HDL) were used to confine which urban area should be selected. At the same time, research about manufacturers in Sydney was carried out. The National Pollutant Inventory (NPI) and other databases were used to identify relevant factories. Taking the criteria and findings from the databases into consideration, a decision on the urban areas considered in the field study and thus on the factories was made. The research on existing factories also led to the revision of the data collection sheet. Some parameters were added and some answer options and scales adapted. In the field study, the developed data collection structure was applied to the chosen factories.

Selection of urban districts and considered factories

The decision on the considered urban districts of Sydney is very important for the field study. As a starting point the districts Central and North were chosen, as both inhabit 19% of the population (2nd and 3rd place) (NSW – Government Planning and Environment, 2014) and have the largest share in the gross regional product (McCrindle Pty Ltd & Urban Task Force, 2017). For detailed evaluation of the city areas the districts were examined according to the Statistical Area Level 2 (SA2). To determine which SA2 should be considered, two criteria, the ULI and HDL, were used. The ULI describes a method to measure the liveability in the districts of Sydney. It considers five categories

(affordability, community, employability, amenity and accessibility) of an area with four measurements per category (McCrindle Pty Ltd & Urban Task Force, 2017). HDL describes the proportion of high density dwellings (units or apartments) in each SA2, and which is given as a percentage. The results show that there is a correlation between the ULI and HDL scores, as seven of the ten districts with the highest population density also have a high ULI. Moreover, all of the 228 considered districts of SA Level 2 across Sydney were ranked based on its ULI and HDL. These criteria also support the decision made on the districts, as Central and North also rank 1st and 2nd. Another factor was that the district should actually have more than one factory to ensure comparability. The National Pollutant Inventory (NPI) and nine other databases were used to identify relevant factories.

In figure 1 all used databases are shown in the data input section. As the next step, the potential districts were visited to ensure that all established information from the internet is valid. Additionally, detailed information about the district's affordability, community, employability, amenity and accessibility was obtained from (Dresden Optics Pty Ltd., n.d.). In accordance, a district with a high, medium and low ULI and HDL score were selected to ensure that all potential differences can be taken into account. Outliers with very high or very low scorings were not considered any further. Finally, the districts Botany, Macquarie Park, Alexandria and Rosebery were selected based on the used criteria and findings in the databases.

Data collection

The data collection was conducted in four steps. After the collection of basic data, an external analysis followed based on research on publicly available information on the factory. Main sources were the websites of companies, reports (company reports, governmental reports and reports of different initiatives) and in all cases an outside visit of the factory site. All companies in the scope of the study were contacted and asked for a factory tour and an interview with a companies' representative. Not all companies replied and of those that did answer, not all could offer such an opportunity. Nearly half of all examined urban factories agreed with a deeper insight into the factory and contributed actively to the study. During the data collection consistency checks were continually done to ensure an equal evaluation across all urban factories. Although in this study the focus lies on the life cycle stages covered by the urban factories, additionally data was retrieved and will be subject to future evaluation on the vicinity to urban infrastructure and transport connections, product information (e.g. dimensions, quantity, price), material and waste streams as well as production system properties (e.g. size, throughput).

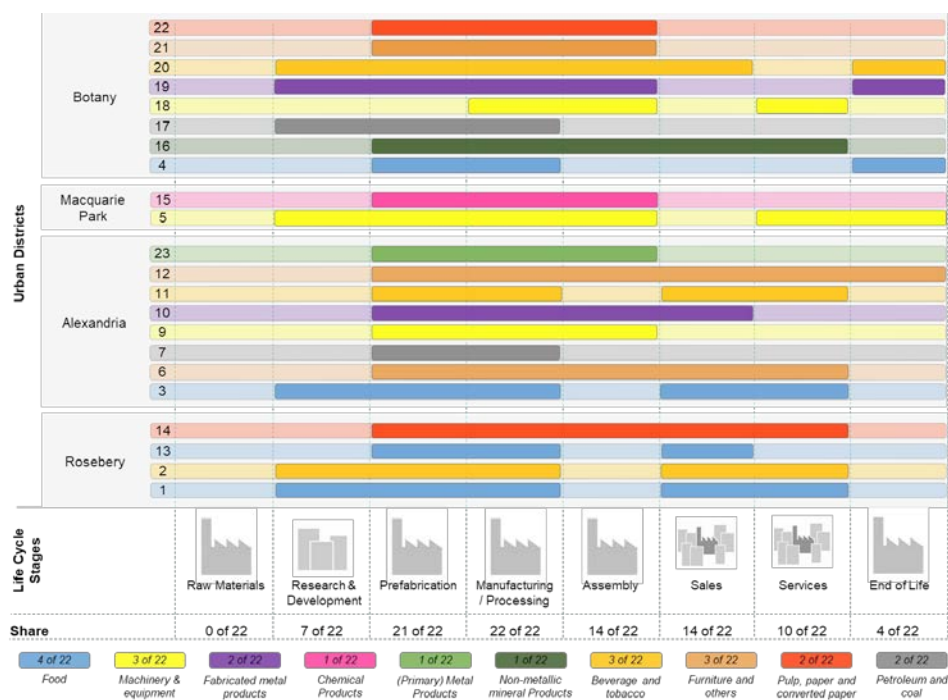


Abbildung 4.2-16: Covered life cycle stages by the urban factories in the field study with indication of industrial sector and urban district. The numbers indicated for each factory correspond to the unique number assigned in the database

Results and discussion

The results of the data collection are shown in figure 2. Each urban factory is represented by a colour-coded bar stretching over the product life cycle stages. The colour represents the industry sector that the factory belongs to and each bar is marked with a unique number that was assigned to the specific factory site during data collection. A colour-filled segment indicates that this life cycle stage is covered by the corresponding urban factory, whereas a light colouring indicates that this stage is not covered. The factories are further grouped by the urban districts they are situated in. In Botany as well as in Alexandria eight urban factories were found. For the district of Rosebery four urban factories were assessed and two were evaluated in Macquarie Park.

In all districts, the industrial sectors of food industry (without beverages) and machinery and equipment are the ones with the highest representation with four factories in each of the sectors, followed by three factories with chemical products. Two companies in the urban districts under investigation produce beverages, fabricated metal products, furniture or paper and cardboard. Factories belonging to the industrial sector of primary metal products, non-metallic mineral products and petroleum and coal are each represented once. Looking at the industrial sectors most of the urban factories found manufacture products that are consumables, such as food and beverages, or are connected to housing and living. These types of factories benefit from the concentrated demand in densely populated urban areas which was proven by statements in the interviews during the factory visits. There is no obvious correlation between the districts and the present industrial sectors, although in Roseberry three out of four production sites offer food or beverages. Where possible, the start of operation was recorded. A connection can be found between the redevelopment of a district and the establishment of the urban factories, as in half of the cases it coincides.

Life cycle stages of urban factories

The analysis of the covered life cycle stages of the examined factories show that all visited urban factories naturally cover the manufacturing or processing stage, as this is their main purpose. Nearly all urban factories in the study, 21 out of 22, also have the prefabrication stage integrated in their value creation chain, making prefabs for the product components. Completing the physical product generation process, an assembly stage is implemented in 14 urban factories. The need for an assembly stage depends on the type of the product.

Half of the urban factories have on-site public sales. This is a much higher number than it would be expected outside of cities and most likely due to the vicinity to the customers. The same applies to services offered by the urban factories, which is the case for ten companies. Again, this is more often the case than expected for factories in rural areas. In most cases, they separate the sales and services from the production site to dedicated retail establishments placed near the customers or 3rd party companies. Many of the beverage or food processing companies also offer workshops, factory tours or other events to customers as part of their business model. Treatment of products reaching the end of their lifetime can be found in five cases. It was expected that this stage would take place more often, but during the interviews it emerged that most companies rely on the waste treatment infrastructure of the city of Sydney. This seems to be an advantage of cities, as these can offer developed infrastructure and service providers. Product development in a dedicated research and development department is rather infrequently integrated in the urban factories. Only seven companies implemented this stage. There was no case of raw material extraction by the urban factories. Although some cases of “urban mining” can be found in Sydney, e.g. a company sourcing waste plastic to manufacture eye-glass frames (Florida, 2012), none were present in the urban districts under investigation. In sum:

- All investigated Urban Factories include manufacturing, nearly all (21/22) include prefabrication
- The raw material phase was not found
- 18 % (4) include the end-of-life phase
- Assembly (14), Sales (14) and Service (10) were addressed in many urban factories
- One third of all Urban Factories included R&D on-site

Motivation for the location of factories in the city

In interviews with representatives of the examined urban factories, the motivation for the chosen production location was investigated. The vicinity to the customer was given as one of the main reasons for choosing an urban site. Other main benefits besides being close to customers are the urban infrastructure, good access for deliveries and for waste collection. It was also reported that the urban location was seen as positive for workforce recruiting, as the workers want to live close to their workplace to avoid high commuting times. The possibility to offer additional services to customers by being close to them was mentioned several times. Some factories offer tours and host events or workshops. In addition, the vicinity to other businesses, offering the option to host events together and attract a wide range of customers is a bonus. Other companies stated historical reasons, which most likely belong to the group of unintended urban factories. They were originally located at their current production site because of the available space, which was in vicinity to its customers, but not directly part of the city area with high land prices. In Botany, a more industrialized area than the other districts, the good connection to the port and airport for exporting products was mentioned. It was described as a good compromise between an industrial environment and still being close to the city center.

As a guideline for urban production, it appears favorable not only to focus on the actual making of the product, but also use of the vicinity to potential customers in the city by integrating sales and services. Urban factories have the potential to implement more stages of value creation along the product life cycle that are connected to the use phase than factories outside of cities. The urban environment can foster customer experiences, e.g. by opening the production system for factory tours and events. A further potential for urban factories is the possible use of the city infrastructure, e.g. available waste processing facilities. The investigated urban factories have no formally defined energy or resource exchange with their surroundings established that would classify as (urban) industrial symbiosis. When being asked about this during data collection, companies' representatives were in several cases very interested in this concept and requested more information.

4.3 Die Ressourcen der urbanen Fabrik

Im Rahmen des Forschungsprojekts *Urban Factory* werden acht Ressourcen als zentrale Handlungsfelder der urbanen Produktion betrachtet. Mit diesem Bezugssystem der gemeinsam genutzten, urbanen Ressourcen wird es möglich, die Austauschbeziehungen zwischen Stadt und Fabrik strukturiert zusammenzubringen und damit auch bewertbar zu machen. Die Ressourcen beschreiben somit den Aktivitätsrahmen, in dem Maßnahmen und Konzepte umgesetzt werden können, und bieten dabei gleichzeitig eine Methode, mit der Externalitäten und Zielkonflikte erfasst werden können. Die Erläuterungen dieser Ressourcen wurde als Forschungsbericht aus dem Projekt veröffentlicht (Juraschek, Kreuz, et al., 2018). Sie basieren auf den folgenden Begriffsdefinitionen.

Erstveröffentlichung dieses Textes in (Juraschek, Kreuz, et al., 2018)

Zu Grunde liegende Definitionen

<i>Ressource</i>	Eine Ressource ist ein Mittel, um eine Handlung zu tätigen oder einen Vorgang ablaufen zu lassen. Eine Ressource kann ein materielles oder immaterielles Gut sein. Jede Ressource ist an Zeit und Kapital gebunden.
<i>Austauschbeziehung</i>	Als Austauschbeziehungen werden der materielle oder immaterielle Transfer von Ressourcen und die Wirkungen resultierend aus der Nutzung von Ressourcen bezeichnet. Eine Austauschbeziehung beeinflusst alle beteiligten Systeme unabhängig von der Richtung des Austausches.
<i>Bezugsrahmen</i>	Alle Ressourcen und Austauschbeziehungen finden in einem Bezugsrahmen statt. Dieser umfasst die räumlichen und funktionalen Systemgrenzen und schließt die Handlungsrahmen Zeit und Kapital ein.
<i>Ressourceneffizienz</i>	Ressourceneffizienz bedeutet die sorgsame Verwendung von Ressourcen in dem Sinne, dass diese einen größtmöglichen Nutzen haben. Effizienz bedeutet als Ziel mit einem möglichst geringen Aufwand einen möglichst hohen Nutzen zu erzielen.
<i>Nachhaltige Nutzung</i>	Die Nutzung einer Ressource wird als nachhaltig angesehen, wenn die Nutzungsrate auf Dauer nicht größer ist als die Regenerationsrate einer Ressource oder die Tragfähigkeit der Nutzung in dem bereitstellenden System.

Herleitung

Die Ressourcen der urbanen Fabrik wurden in transdisziplinärer Zusammenarbeit von VertreterInnen unterschiedlicher Fachgebiete erarbeitet. Dabei wurde die Verbindung zur Praxis durch den Einbezug eines Projektbeirats sichergestellt. Es wurden im Projektverlauf acht Schlüsselressourcen identifiziert. Diese Ressourcen umfassen den Handlungsrahmen urbaner Fabriken. Die Identifikation und Definition der Ressourcen erfolgte in einem iterativen Vorgehen mit einer Kombination aus deduktivem und induktivem Schritten.

Der Systematik zu Grunde liegen die Austauschbeziehungen und Wechselwirkungen im Fabrik-Stadt-System (beispielsweise Flächen-/Raumbedarf sowie entsprechende Angebote, Schallemissionen und Aufnahmefähigkeit oder Energiebedarf und -angebot). Basierend auf den gegenseitigen Wirkungen von einer urbanen Fabrik auf das umgebende Stadtquartier und entgegengesetzt von der urbanen Umgebung auf die Fabrik wurden in Workshops und Arbeitsrunden von VertreterInnen der Disziplinen Produktionstechnik, Industriebau, Transportlogistik, Energiedesign und Stadtplanung diese Austauschbeziehungen identifiziert und

zusammengefasst. Die Ressourcen der urbanen Fabrik bilden damit die übergeordnete Aggregationsebene für die Austauschbeziehungen zwischen der urbanen Fabrik und der Stadt.

Eingeschlossen in den Betrachtungsrahmen der acht Ressourcen der urbanen Fabrik sind die Handlungsrahmen Zeit und Kapital. Jede Ressource steht in einem Bezug zu diesen. Das Zusammenwirken von Ressourcen wird im Kontext der urbanen Fabrik nicht als eigenständige Ressource betrachtet, sondern ist vielmehr ein Resultat der Kombination unterschiedlicher Systeme (z.B. Biodiversität aus Raum, Stoffe, Energie etc.). Umweltressourcen werden durch Stoffe und Energie abgedeckt.

Die Ressourcen der urbanen Fabrik dienen als verbindende Ebene, in der alle gegenseitigen Wirkungen der Systeme Stadt und Fabrik aufeinander abgebildet werden können. Sie bieten einen Ordnungsrahmen, bilden die Basis für ein strukturiertes und ganzheitliches Analyseverfahren und ermöglichen die Identifizierung von disziplinübergreifenden Maßnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz im Stadt-Fabrik-System.

4.3.1 Energie

Die Ressource Energie wird zur Ausführung aller Vorgänge und Handlungen benötigt. Energie kann in unterschiedlichen Formen auftreten und durch Wandlung in eine andere Energieform überführt werden. Dies ist in der Regel notwendig zur Bereitstellung von Nutzenergie aus Primärenergie und mit Wandlungsverlusten verbunden. Die häufigsten Energieformen sind mechanische Energie als potentielle oder kinetische Energie, elektrische Energie, thermische Energie, chemische Energie, nukleare Energie und Strahlungsenergie. Energie kann in einem geschlossenen System nicht erzeugt oder vernichtet werden. Als Arbeit wird die durch eine Kraft übertragende Energie bezeichnet. Die physikalische Größe der Leistung stellt den Bezug von Energie zur Zeitdimension her. Die effiziente Nutzung der Ressource Energie durch urbane Fabriken zielt auf einen möglichst geringen Energieeinsatz für gewollte, energiebedürftige Aktivitäten auch mit Blick auf das Fabrik-Stadt-System.

Energie bildet die Basis für jedes Leben auf der Erde und ist ein unverzichtbarer Bestandteil der menschlichen Entwicklung. Generell kann jede Form von Energie in eine andere gewandelt werden. Dabei bilden physikalische Gesetzmäßigkeiten den Rahmen, der insbesondere durch die Hauptsätze der Thermodynamik beschrieben wird. Der erste Hauptsatz beschreibt die Energieerhaltung, die besagt, dass während der Umwandlung von einer Form in eine andere Energie nicht vernichtet werden kann, sondern Energie nur umgeformt wird. Im zweiten Hauptsatz werden die Auswirkungen des Prinzips der Entropie auf die Energieumwandlung beschrieben. Dies bedeutet, dass in einem System ohne Einfluss von außerhalb des Systems Energie immer von der Quelle zu einer Senke fließt. Dabei wird zwischen reversiblen und irreversiblen Zuständen gesprochen. Der dritte oder auch nullte Hauptsatz beschreibt die Gleichverteilung von Energie, was bedeutet, dass Energie (z.B. Wärme) generell, sprich ohne zusätzliche Energie von außen, dazu tendiert sich gleichmäßig in einem System bzw. zwischen mehreren Systemen zu verteilen (Diekmann & Rosenthal, 2013).

Die häufigsten Energieformen im urbanen Raum sind mechanische Energie als potentielle oder kinetische Energie, elektrische Energie, thermische Energie und chemische Energie. Als Arbeit wird die durch eine Kraft übertragende Energie bezeichnet. Die je Zeiteinheit verrichtete Arbeit oder gewandelte Energie wird durch die Leistung beschrieben. In realen Prozessen wird nur ein Teil der eingesetzten Energie tatsächlich für die Erzeugung des gewünschten Resultats genutzt, da diese in der Regel mit Verlusten behaftet sind. Das Verhältnis zwischen dem Anteil der Energiemenge, die die gewünschte Wirkung erzielt, und der gesamten eingesetzten Energiemenge wird als Wirkungsgrad bezeichnet.

Die Energiewandlungskette – Von Primärenergie zu Nutzenergie

Wenn man über den theoretischen Bedarf bzw. den konkreten realen Bedarf von bspw. Gebäuden oder Verkehrsmitteln spricht, wird dieser oftmals in den vier aufeinanderfolgenden Gliedern der Energiewandlungskette angegeben: Primärenergie, Sekundärenergie, Endenergie und Nutzenergie (Kaltschmitt, Streicher, & Wiese, 2013). Insbesondere die Nutzenergie in Form der technisch nutzbaren mechanischen und elektrischen Energie stellt den Teil der Energie dar, der in irreversiblen Prozessen (bspw. Elektroheizung) unbeschränkt umwandelbar bzw. nutzbar ist. Somit stellen die

Endenergie- und Nutzenergie Werte dar, die den energetischen Bedarf bzw. die Bilanz eines physikalisch-technischen Energie-Umwandlungsprozesses beschreiben.

Energierohstoffe sind die Ausgangsbasis für die Energiewandlung aus stofflichen Ressourcen. Sie werden nach ihrem Ursprung in fossile und regenerative Energieträger unterschieden. Fossile Energieträger sind eine endliche Ressource in menschlichen Zeiträumen, da diese Ressourcen und Reserven begrenzt ist. Als Reserve wird der Teil einer Ressource fossiler Energieträger bezeichnet, der nach dem aktuellen Stand der Technik wirtschaftlich extrahiert werden kann. Neben der Energieumwandlung von einer Form in eine andere, spielt die Verteilung bzw. der Transport von Energie von einer Energiequelle zu einer Energiesenke eine wesentliche Rolle. Die Primär- und Sekundärenergie stellen die beiden Glieder der Energiewandlungskette dar, bei denen der zur Herstellung der Energieform genutzte Energieträger berücksichtigt wird. Regenerative Energieträger sind Quellen für Energien unterschiedlicher Formen, die in menschlichen Maßstäben nicht erschöpflich sind. Im Gegensatz dazu sind fossile Energieträger Quellen für Energien unterschiedlicher Formen, die beim aktuellen Bedarf in einigen Jahrzehnten oder Jahrhunderten nicht mehr auf dem Planeten verfügbar sein werden (Andruleit et al., 2016).

Erneuerbare Energien und die Energiewende

Der Begriff Energiewende ist nach der Atommeiler-Katastrophe in Fukushima von der damaligen Bundesregierung geprägt worden. Doch auch schon vorher wurde seit der Jahrtausendwende immer prägnanter die Umstrukturierung der Energieversorgung in Deutschland forciert. Im Oktober des Jahres 2014 beschloss auch der Europäische Rat einen selbstverpflichtenden Klima- und Energierahmen. Dieser Rahmen stellt für die EU-Mitgliedsstaaten ein Paket facettenreicher Ziele, Pflichten, Richtlinien etc. dar, die es bis zum Jahr 2030 einzuhalten und zu erreichen gilt. Um die politisch ratifizierten Klima-Ziele zu erreichen und um die mit der Umsetzung der Energiewende einhergehenden finanziellen Mehrkosten abzumildern, hat die Bundesregierung immer wieder die Energieforschungsprogramme novelliert. Insbesondere die Programme fünf und sechs spielten dabei eine zentrale Rolle. Die Energiewende als politisches Ziel setzt auf den Einsatz alternativer, regenerativer Energieträger und innovative Energieumwandlung sowie eine Umstrukturierung der Energieübertragung und -speicherung. Die Doch die Gesetzmäßigkeiten für die Energie in der Mechanik und in der Elektrodynamik sind komplex und schließen häufig bestimmte Ansätze von vornherein, aus Gründen der Wirtschaftlichkeit aus. Physikalisch sind generell viele Lösungen denkbar, doch die energetischen Gesamtbilanzen (bspw. Energie-Input/-Output) vieler Umwandlungsprozesse sind wenig sinnvoll. Die Speicherung von elektrischer und thermischer Energie ist im Kontext von Energiesystemen von steigender Bedeutung. Dabei wird auch auf die Umwandlung von einer Energieform in eine andere, bspw. von elektrischer Energie in mechanische Energie (Pumpspeicherkraftwerk) oder thermische Energie in chemische Energie (Latentwärmespeicher) zurückgegriffen.

Noch größere Energieeinsparungen können durch ganzheitlichere Energiesystemansätze auf Ebene von Quartieren und Stadtteilen erreicht werden. Auf diesen räumlichen Maßstäben, die über die Gebäudeebene hinausgehen, können Lösungen umgesetzt werden, die höhere Energieeinsparungen und energieeffizientere Technologien ermöglichen. Dies wird durch technische, operative und wirtschaftliche Kopplung unterschiedlicher Energieformen oder unterschiedlicher Energieumwandlungsanlagen möglich. Darüber hinaus können umweltschonende und wirtschaftliche Synergieeffekte durch die Kopplung mehrerer Gebäude erreicht werden. Dafür ist allerdings oftmals die infrastrukturelle Restrukturierung der Energiequellen in gegenseitiger Abhängigkeit oder Restrukturierung der Verknüpfung der Quellen und Senken von Energie im Quartier notwendig. In diesem Kontext könnte bspw. insbesondere das Abwärme-Potential unterschiedlicher Industrieprozesse genutzt werden, um den Wärmebedarf auf niedrigerem Temperaturniveau benachbarter urbaner Funktionen zu decken.

4.3.2 Stoffe

Die Ressource Stoffe umfasst alle materiellen, physisch existenten Dinge. Dies schließt insbesondere alle stofflichen Materialien ein, die im Kontext der Systeme Stadt und Fabrik vorkommen können. Die Ressource Stoffe steht im Kontrast zu immateriellen Ressourcen wie Energie oder Information. Stoffe können unter Einsatz von Energie in ihren Eigenschaften verändert werden und in

unterschiedlichen Skalen ausgehend von der (sub-)atomaren Ebene bis zu makroskopischen Materialverbünden betrachtet und genutzt werden. Für die Herstellung von physischen Produkten sind Stoffe unverzichtbar. Sie werden in technischen Systemen als Eingangsströme genutzt, verarbeitet und gewandelt. Eine effiziente Nutzung der Ressource Stoffe unterliegt der Zielstellung, den spezifischen Materialbedarf einer Produktion zu reduzieren und Materialquellen mit möglichst geringen Auswirkungen zu nutzen. Dies kann durch Kreislauflösungen und kaskadischen Nutzungskonzepten mit einer Kopplung unterschiedlicher urbaner Systemelemente erreicht werden.

Von den drei grundlegenden Ordnungsgruppen der uns umgebenden Welt Informationen, Energie und Materie ist die stoffliche Materie in der Regel die sichtbarste. Die Ressource Stoffe schließt dabei alle stofflichen Materialien ein, die im Kontext der Systeme Stadt und Fabrik existieren können. Sämtliche uns bekannte Stoffe bestehen auf atomarer Ebene aus chemischen Elementen. Die Atome bestehen aus den wesentlichen Elementarteilchen Protonen, Neutronen und Elektronen (Roos, Maile, & Seidenfuß, 2017). Stoffe können nach unterschiedlichen Kriterien klassifiziert werden, zum Beispiel nach Stoffgruppen (Metalle, Kunststoffe etc.), Funktionen/Rollen (Betriebsstoffe, Rohmaterialien etc.) oder Eigenschaften (flüssig, fest etc.).

Stoffliche Ressourcen als Grundlage der materiellen Umgebung

Auf chemischer Ebene wird die Materie basierend auf ihrer Zusammensetzung in heterogene Gemische und homogene Stoffe unterteilt. Homogene Stoffe können aus reinen Stoffen oder homogenen Gemischen unterschiedlicher Stoffe bestehen. Auf der untersten Klassifizierungsebene werden Reinstoffe in Verbindungen und Elemente unterschieden. Weitere (sub-)atomare Unterteilungen werden im Rahmen der Ressource Stoffe im Kontext urbaner Fabriken nicht betrachtet. Stoffe können in einem der drei möglichen Aggregatzustände als Gase, Flüssigkeiten oder Feststoffe auftreten. Diese Stoffe können in unterschiedlichen Aggregatzuständen miteinander vermischt sein, zum Beispiel als Gasgemisch, Lösung oder Legierung. Im Kontext der urbanen Produktion werden oftmals heterogene Gemische aus verschiedenen Elementen und Verbindungen betrachtet. Bauwerke, Infrastruktur und feststoffliche Produkte bestehen in der Regel aus einem Gemenge verschiedener Feststoffe. Auch Abfälle sowie gasförmige und Partikelemissionen sind stofflich und fallen damit unter die stofflichen Ressourcen. Partikelemissionen in der Luft sind Aerosole und werden als Rauch (feste Teilchen im Gasgemisch Luft) oder Nebel (flüssige Teilchen) beschrieben. Ein heterogenes Gemisch aus verschiedenen Flüssigkeiten wird als Emulsion bezeichnet (Hoinkis, 2017).

Stoffliche Ressourcen können nach ihrem Ursprung in biotische und abiotische Ressourcen unterschieden werden. Häufig sind auch die Bezeichnungen biogen und abiogen zu finden. Biotische Ressourcen werden durch Lebewesen in biologischen Prozessen gewandelt oder für diese in signifikanter Menge benötigt. Als biotische Ressourcen werden auch Rohstoffe und Energieformen bezeichnet, die durch biologische Prozesse entstehen. Dazu werden häufig pflanzenbasierte, nachwachsende Rohstoffe und Materialien tierischen Ursprungs gezählt. Abiotische Ressourcen beschreiben im Gegensatz dazu die nicht lebende Umwelt. Diese Ressourcen werden zum Beispiel in chemischen Reaktionen genutzt, die ohne Beeinflussung durch Lebewesen ablaufen können. Metalle und Mineralien sind Beispiele für häufig in Ökosystemen genutzte abiotische Stoffgruppen. Abiotische Ressourcen können auch in biotischen Prozessen genutzt und verändert werden.

In technischen Systemen werden stoffliche Ressourcen als Eingangsströme genutzt, verarbeitet und gewandelt mit dem Ziel gewollte Ausgangsströme zu erhalten. Diese werden zum Beispiel in einer Fabrik unter Mitwirkung von Energie, Wissen und Arbeit durch Systemelemente des Produktionssystems gewandelt. Dabei entstehen neben den gewollten Produkten auch Nebenprodukte, stoffliche und energetische Emissionen, Abfall und neues Wissen bzw. Informationen. Für die Bewertung von ökologischen Auswirkungen aus der Nutzung und Emission von Stoffen können verschiedene Methoden der Ökobilanzierung angewendet werden. Eine Sachbilanz enthält bezogen auf ein technisches System oder Produkt alle stofflichen und energetischen Ein- und Ausgangsströme.

Werkstoffe und Materialeffizienz

Eine bedeutende Gruppe der stofflichen Ressourcen bilden die Werkstoffe. Dies sind Materialien, die in Produkten und Infrastruktur verwendet werden und zu diesem Zweck in der Regel unter Einsatz von Energie in ihren Eigenschaften verändert werden. Diese Veränderungen werden mit Wandlungsverfahren erreicht, die in der Produktion als Fertigungsverfahren bezeichnet und nach DIN

8580 in die Hauptgruppen Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten und Stoffeigenschaft ändern unterteilt werden (DIN Deutsches Institut für Normung e. V. 2003). Die Leistungsfähigkeit von Werkstoffen wird nach der Verarbeitbarkeit, der Beanspruchbarkeit, den Kosten, der Sicherheit und bezüglich der verbundenen Umweltwirkungen bewertet (Roos et al. 2017). Die wichtigsten Werkstoffgruppen sind basierend auf ihrer Verwendungshäufigkeit Metalle, organische Werkstoffe und mineralische Werkstoffe. Im urbanen Raum sind diese organischen und anorganischen Werkstoffe allorten zu finden. In der Gruppe der Metalle ist Stahl der am häufigsten verwendete Werkstoff bezogen auf die Masse gefolgt von Aluminium und Kupfer. Edelmetalle und seltene Erden sind häufig in Elektronikprodukten verbaut, die im urbanen Raum vermehrt vorkommen. Zu den organischen Stoffen werden kohlenstoffbasierte Kunststoffe gezählt. Auch fallen in diese Kategorie Materialien wie Papier und biotische Ressourcen sowie Bitumen. Der am häufigsten vorkommende mineralische Werkstoff ist Beton und die dazugehörigen Betonprodukte. Weiterhin gehören zu den mineralischen Werkstoffen Ziegel, Gläser und andere Keramiken. Asphalt als häufig im urbanen Raum verwendeter Werkstoff ist ein Gemisch mineralischer und organischer Werkstoffe. Unter Beachtung der Ressource Raum ist auch die Dichte und damit der Volumenbedarf stofflicher Ressourcen von Bedeutung. Die Nutzung von Sekundärmaterial ist in der Regel mit geringeren Umweltwirkungen verbunden im Vergleich mit der Extraktion und Aufbereitung von Primärmaterial.

Allwood et al. (2013) definieren Materialeffizienz basierend auf der Zielsetzung für ein gegebenes System (z.B. ein Produkt) den Materialeinsatz zu reduzieren unter Sicherstellung des menschlichen Wohlergehens. Damit können bei einer gleichbleibenden Ausgangsmenge die Kosten und Umweltwirkungen, die mit dem Materialbedarf einhergehen, gesenkt werden oder ohne aus Materialsicht steigender negative Auswirkungen die Ausgangsmenge erhöht werden. Die Motivation für die Steigerung der Materialeffizienz basiert auf einer Vielzahl von Faktoren. Bedeutende Treiber sind dabei die Senkung des Energiebedarfs und der Emissionen sowie weiterer (Umwelt-)Wirkungen durch die Verwendung von stofflichen Ressourcen. Auch die Versorgungssicherheit mit wichtigen Materialien kann eine Rolle spielen. Für die Bereitstellung von Materialien wird Energie benötigt, u.a. für Extraktion, Aufbereitung und Transport. Diese „im Material enthaltene Energie“ wird engl. als „Embodied Energy“ bezeichnet und beschreibt den durchschnittlich benötigten spezifischen Energieaufwand zumeist auf 1 kg nutzbares Material bezogen (Allwood et al., 2013). Eng damit verbunden sind die Begriffe der Materialeffektivität und Materialsubstitution.

Kreislaufführung und Symbiose

Zur Erreichung einer nachhaltigen Nutzung stofflicher Ressourcen wird sich häufig an biologischen Systemen orientiert. In natürlichen Ökosystemen existieren Gemeinschaften lebender Organismen zusammen mit einer abiotischen Umwelt in einem stabilen Zustand. Dabei werden die Abfallstoffe eines Prozesses oder Organismus durch andere Lebewesen als Rohstoff genutzt, sodass eine ständige Nutzung der stofflichen Ressourcen in einem Kreislauf stattfindet. Die Orientierung ökonomischer Konzepte und Methoden wird auch als „Bioökonomie“ bezeichnet. Zwei konkrete Herangehensweisen zur Erreichung einer nachhaltigen Nutzung stofflicher Ressourcen sind zum Beispiel die in Deutschland (und vielen weiteren Staaten) gesetzlich verankerte Kreislaufführung von Stoffen oder die (urbane) industrielle Symbiose (BINE Informationsdienst, n.d.).

Stoffliche Ressourcen können im urbanen Umfeld zur Nutzung wiedergewonnen werden. Ein Konzept hierfür ist das „Urban Mining“. Ursprünglich auf die Wiedergewinnung der in Gebäuden und Infrastruktur verbauten Materialien bezogen, ergibt sich durch eine Erweiterung des Betrachtungsrahmens auf die Konzentration von Produkten eine hohe Dichte stofflicher Ressourcen im städtischen Raum, die durch urbane Fabriken genutzt werden kann. Eine Stadt verfügt nicht nur über verbaute Ressourcen, sondern auch über bewegliche Materialien (z.B. Edelmetalle und seltene Erden in genutzten und nicht mehr genutzten Mobiltelefonen) innerhalb der Stadtgrenzen. Dies erweitert den Anwendungsbereich von Urban Mining, indem es die ganze Stadt als potentielle Rohstoffquelle betrachtet. So haben städtische Fabriken das Potential, Material zu beschaffen, das für die Herstellung neuer Produkte aus Abfällen oder Altprodukten benötigt wird.

4.3.3 Mensch

Als Ressource Mensch werden diejenigen Funktionen des menschlichen Handels betrachtet, die in Interaktion mit urbaner Produktion stehen. Hierzu zählen insbesondere die Funktionen als Arbeitskraft, zur Innovationsgenerierung und für den Konsum, die eine Produktion im urbanen Raum ermöglichen. Ziel der effizienten Nutzung des Faktors Mensch ist es, die Verfügbarkeit von Arbeitskräften und Konsumierenden im urbanen Raum zu optimieren und als kreatives Element zur Schaffung von Wissen zu nutzen. Ergänzend dazu bildet die Ressource Mensch im Sinne der Nachbarschaft auch einen bedeutenden Faktor für die Integrationsfähigkeit der Produktion in den urbanen Raum. Zum einen bildet der Mensch ein Schutzgut, das bei der Produktion zu beachten ist, zum Beispiel durch die Begrenzung von Emissionen. Zum anderen ist die Integrationsfähigkeit der Produktion von der Akzeptanz der Nachbarschaft abhängig, die durch verschiedene Faktoren des Produktionssystems bestimmt wird.

Das menschliche Handeln ist eine entscheidende Kraft, die die Entwicklung auf unserem Planeten bestimmt. Die Städte der Welt sind wohl einer der offensichtlichsten und eindrucklichsten Manifestationen dessen. In den letzten Jahren wird intensiv darüber diskutiert, ob durch den Menschen ein neues Erdzeitalter (Anthropozän) angebrochen ist, da dieser die prägende Ursache hinter biologischen, atmosphärischen und geologischen Veränderungen geworden ist (Steffen, Crutzen, & McNeill, 2007). Die Befriedigung menschlicher Bedürfnisse ist die Ursache für die Nutzung von natürlichen Ressourcen, zum Beispiel von Raum und Boden als Lebensraum oder Mobilität. Damit beeinflusst die Ressource Mensch alle Prozesse und Wandlungen im urbanen Raum und ist Träger der Innovation.

Der Mensch als Quelle von Arbeitskraft und Konsum

Zwei maßgeblichen Funktionen der Ressource Mensch für die urbane Fabrik sind Arbeitskraft und Konsum. Die urbane Fabrik ist auf die Verfügbarkeit von Arbeitskräften mit unterschiedlichen Qualifikationen angewiesen, um unterschiedliche Aufgabengebiete abzudecken. Dabei wird der Bedarf qualifizierter Arbeitskräfte in produzierenden Unternehmen insbesondere für Nicht-Routinetätigkeiten zunehmen (Autor & Price, 2013). Die Ressource Mensch im Sinne der Arbeitskraft ist Teil eines regionalen und lokalen Arbeitsmarktes, über den unterschiedliche Qualifikationen zur Verfügung stehen. Im urbanen Raum steht auf Grund der Dichte der Besiedelung eine vergleichsweise hohe Anzahl an potentiellen Arbeitskräften mit einem guten durchschnittlichen Ausbildungsniveau zur Verfügung. In einer Fabrik wird der Mensch auch als kreatives Element benötigt, um innovative Lösungen zu generieren. Im urbanen Umfeld kann hier ein spezifischer Vorteil der Ressource Mensch liegen, da die Innovationsrate in Städten über dem allgemeinen Durchschnitt liegt (Carlino, Chatterjee, & Hunt, 2007).

Eine zweite Dimension der Ressource Mensch ist der Konsum. Die Funktion als Konsument im Sinne des Direktabnehmers von Produkten der industriellen Produktion ist eine Dimension dieser Ressource, welche die Wirtschaftlichkeit der Produktion erhöht, indem weitere Ressourcen durch Transportwege gespart werden. Darüber hinaus kann die Stadtbevölkerung auch Konsument von ergänzenden Dienstleistungen und Infrastrukturleistungen sein, die die Effizienz und Auslastung der Infrastruktur erhöhen kann. Dies kann beispielsweise durch die Abnahme von Prozesswärme, Werkskindergartenplätze, Kantine etc. erfolgen, wodurch die Auslastung der industriellen Infrastruktur verbessert werden kann. Gleichzeitig kann durch die Bereitstellung von Funktionen der Fabrik für die Nachbarschaft das Image der Fabrik und damit auch die Akzeptanz gesteigert werden.

Akteure und Interessen

Ergänzend dazu bildet die Ressource Mensch im Sinne der Nachbarschaft auch einen bedeutenden Faktor für die Integrationsfähigkeit der Produktion in den urbanen Raum. Zum einen bildet der Mensch ein Schutzgut, das bei der Produktion zu beachten ist. Emissionen von urbanen Produktionsstätten (zum Beispiel Schall, Feinstaub, Gerüche) sind durch Grenzwerte und Maßnahmen zum Immissionsschutz auf ein erträgliches Maß zu begrenzen. Zum anderen ist die Integrationsfähigkeit der Produktion von der Akzeptanz der Nachbarschaft abhängig, die durch verschiedene Faktoren der Produktion bestimmt wird. Dabei spielen insbesondere Wechselwirkungen mit der Ressource Image und Gestalt eine wichtige Rolle.

Im Kontext urbaner Fabriken finden sich eine Vielzahl von Akteuren, deren Interessen direkt oder indirekt durch Wirkungen im Fabrik-Stadt-System berührt werden (Juraschek, Thiede, & Herrmann, 2018). Die Hauptakteure in diesem System in der räumlichen Ebene der Fabrik sind das Unternehmen selbst bzw. die Betreiber der urbanen Fabrik, die Mitarbeitenden sowie Technologiebereitstellende für die Produktion und die technische Gebäudeausrüstung. Daran angegliedert sind Logistik-anbietende und Dienstleistende für die Realisierung materieller Austauschbeziehungen. Außerhalb der Fabrik und in direkter Nachbarschaft sind die Akteure Anwohnende, Wohn- und Gewerbeeigentümer in unmittelbarer Nachbarschaft verortet zusammen mit den Mitgliedern eines lokalen Wertschöpfungsnetzes. In ansteigender räumlicher Entfernung sind als weitere Akteure externe Dienstleistende / Zulieferbetriebe, Einwohnende des Stadtteils und der Stadt in mittelbarer Nachbarschaft sowie Wohn- und Gewerbeeigentümer des Stadtteils zu finden. Darüber hinaus spielen lokale Vereine, politische Parteien, Interessensgemeinschaften und Zusammenschlüsse der Zivilgesellschaft eine Rolle im Fabrik-Stadt-System, ebenso wie soziale Einrichtungen und Verbände, Träger von Bildungsaufgaben und Weiterbildungsangeboten sowie ausführende Stellen der Stadtverwaltung. Die wirtschaftlichen Interessen einer Stadt können durch eine organisierte Wirtschaftsförderung vertreten werden. Weiterhin beeinflussen die Behörden mit der mittel- und langfristigen Stadtplanung und der städtebaulichen Entwicklung urbane Fabriken, ebenso wie regionale / überregionale Verwaltungseinheiten, Politikakteure und Interessensverbände. Diese Manifestationen der Ressource Mensch sind für eine ressourceneffiziente Gestaltung urbaner Fabriken von hoher Bedeutung.

4.3.4 Raum und Boden

In der zweidimensionalen Betrachtung wird die Ressource Raum und Boden als Fläche repräsentiert und beschreibt den Teil der Erdoberfläche, der verschiedenen Nutzungen zuführbar ist. Im Besonderen wird die Teilressource Boden betrachtet, die die oberste Erdschicht der Erdoberfläche beschreibt und in ihrer natürlichen Form viele Umweltfunktionen erfüllt. Die Ressource Raum umfasst den zur Verfügung stehenden Platz in den drei Dimensionen Höhe, Breite und Tiefe. Raum wird unabdingbar benötigt für Objekte und Aktivitäten und es ergibt sich häufig ein Zielkonflikt zwischen Raumnutzungsarten. Es wird zwischen umbautem und nicht umbautem Raum sowie bebauter und unbebauter Fläche unterschieden. Der Wert von Raum und Fläche kann hinsichtlich Lage, Nutzbarkeit und Flexibilität sowie Qualität und Verfügbarkeit beurteilt werden. Ziel einer effizienten Nutzung der Ressource ist die Vollausschöpfung ihrer Potentiale bezogen auf die Zielfunktionen der Stadt. Die effiziente Nutzung wird durch Möglichkeiten zur Mehrfachnutzung und die Faktoren Zeit und Lage beeinflusst. Im urbanen Kontext steht Raum ebenso wie Fläche nur begrenzt zur Verfügung.

Als Ressource Fläche wird der Teil der Erdoberfläche betrachtet, der verschiedenen Nutzungen zuführbar ist. Fläche steht vor allem im urbanen Kontext nur begrenzt zur Verfügung und ist somit effizient zu verwenden. Der Wert der Ressource Fläche wird hier hinsichtlich seines Vorkommens bezogen auf seine Lage und der Möglichkeiten ihrer Nutzbarkeit bewertet. Ziel der effizienten Nutzung von Fläche ist eine multiple Nutzung unter Einfluss des Faktors Zeit und Lage. Die Ressource Raum bezieht sich äquivalent zur Fläche auf nutzbaren Raum. Im urbanen Kontext ist Raum ebenso wie Fläche rar. Es wird zwischen umbautem und nicht umbautem Raum unterschieden. Sein Wert wird hinsichtlich seiner Lage und Nutzbarkeit und Flexibilität, sowie Qualität seiner Begrenzung beurteilt. Um hierfür im Kontext der urbanen Produktion eine effiziente Nutzung zu ermöglichen, ist die Fläche bzw. der Raum eine mit Sorgfalt zu betrachtende Ressource, deren Nutzung – wenn möglich – zeitlich und funktional ausgeschöpft werden soll.

In der Ressourcendefinition für die Einführung der Ressourceneffizienz in Europa sind die Ressourcen „Boden“ und „physischer Raum“ explizit als Handlungsfelder ausgewiesen (Europäische Kommission, 2011). Als Ressource Boden definiert die EU-Kommission dessen Nutzung als „Medium für das Wachstum von Pflanzen (...)“, „Heimat vieler Arten von Organismen (...)“ und „Senke für Ablagerungen aus Luft und Niederschlag (...)“ (Europäische Kommission, 2011). Der Erhalt der Ressource Boden für diese Zwecke ist im urbanen Kontext ein Ziel einer effizienten Umgangsweise mit dieser Ressource. Seit 2004 ist die Zunahme des Flächenverbrauchs in Deutschland rückläufig, trotzdem betrug der Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche von immer noch 66 Hektar pro Tag im Jahr 2015 (Statistisches Bundesamt, 2016). Nach einer Hochrechnung des Länderarbeitskreises für Bodenschutz (LABO) beträgt der Versiegelungsgrad dieser Fläche knapp 50% (Gunreben et al., 2007).

Nutzung und Funktion von Fläche und Raum

In der Unterscheidung zwischen umbautem und nicht umbautem Raum, sowie bebauter/ versiegelter und unbebauter Fläche stehen unterschiedliche Raumarten generell für diverse Nutzungen zur Verfügung durch unterschiedliche Akteure. Die urbanen Funktionen Wohnen, Produktion, Handel, Vertrieb, Bildung und Kultur und Erholung sind dabei auf Flächen mit bestimmten Qualifikationen angewiesen. Die Qualifikationen beziehen sich auf die Lage von Fläche und Raum ebenso wie ihre Ausmaße und die zu Grunde liegenden rechtlichen Rahmenbedingungen. Das Zusammenspiel und die Überlagerung von Funktionen können Flächen effizient nutzbar machen, den Flächenverbrauch minimieren sowie die Wertschöpfung je Fläche vergrößern.

In der Kartographie und im Plan werden Fläche und Raum und thematische raumbezogene Informationen dargestellt. Über diese Darstellung kann es gelingen, Bedarfe und Angebote dieser Ressourcen darzustellen und sie den verschiedenen urbanen Funktionen (neu) zuzuordnen. Es stehen verschiedene Elemente zur Beschreibung von Raum und Flächen zur Verfügung, deren Nutzung die Grenzen der beteiligten Disziplinen überwinden können. Im zweidimensionalen Raum werden in der Regel Karten und Pläne genutzt. Weitere entscheidende Eigenschaften des urbanen Raums im Kontext der urbanen Produktion sind für die Gestaltung von Produktionsstätten die allgemeine und umliegende Bebauung bzw. Dichte der Stadt, die verfügbaren Außenräume und Plätze, das zu Grunde liegende Baurecht, die Maßstäblichkeit der Elemente der städtischen Bebauung und die Beschaffenheit der Raumnutzung. Der verfügbare Raum stellt muss als volkswirtschaftlicher Faktor und Befähiger der Produktion von Gütern angesehen werden.

Anders als bei anderen Gebäudetypologien (Wohnen, Handel etc.) ist eine Vollausschöpfung der Ressource Raum beim Bau von Produktionsstätten in der Regel nicht einheitlich umsetzbar. Diverse Faktoren ausgehend vom Produkt bzw. der notwendigen Produktionsart bis hin zu Einflüssen aus dem Kundenbedarf, dem gewünschten Image des Unternehmens oder die regulatorischen Randbedingungen üben einen Einfluss auf die Gestaltung des Fabriksystems aus und damit auf die Gebäude mit spezifischen Bedürfnissen an Fläche und Raum. Die häufig geforderte Vernetzung/Kombination von Fabriken mit anderen Gebäudetypologien wird u.a. erschwert durch sehr unterschiedliche Gebäudelebenszyklen (Dombrowski et al., 2011), ständige Umbautätigkeiten im/am Gebäude bzw. Fabrikumfeld (Wachsen/Schrumpfen, logistische Anbindung) oder die notwendige Einhaltung von Abständen zu anderen Gebäudenutzungen nach baurechtlichen, umwelttechnischen oder sicherheitstechnischen Vorgaben.

Bewertung unterschiedlicher potentieller Nutzungsarten

Für die Bestimmung des Effizienzgrades und einer Bewertung der Nutzung urbanen Raumes sind meist unterschiedliche Zielgrößen zu bestimmen, die oftmals im Konflikt zueinanderstehen. Diese Zielgrößen können ökonomischer, ökologischer und sozialer Natur sein. Zum Beispiel kann eine Lebenszyklusbewertung (Life Cycle Assessment) ausgeführt werden, um die Wirkungen einer Raumnutzung zu bestimmen. Beispielsweise kann diese Methode bei der Entscheidungsfindung unterstützen, ob ein verfügbarer Raum aus Umweltgesichtspunkten für die Stromerzeugung mittels Photovoltaik oder für die urbane Lebensmittelproduktion genutzt werden sollte (Goldstein, Hauschild, Fernández, & Birkved, 2016). Die Zielfunktionen für eine Bewertung der Raumnutzung können in der Stadt auf Grund der Vielzahl an Akteuren und Nutzungen (Wohnen, Erholung, Wertschöpfung etc.) sehr komplex werden.

4.3.5 Wissen

Wissen ist eine immaterielle Ressource und besteht aus Informationen und derer relativer Zusammenhänge. Informationen bestehen dabei aus strukturierten Daten. Die Wechselwirkung aus Information mit Energie und Stoffen wird zur Beschreibung aller Phänomene im Universum herangezogen. Wissen wird als ein unabdingbares Mittel betrachtet, um eine Handlung zu tätigen oder einen Vorgang ablaufen zu lassen bzw. Probleme zu lösen. Das zur Verfügung stehende Wissen ist dabei maßgeblich für die potentiellen Handlungsalternativen. Wissen ist nur im Menschen vorhanden und gespeichert, kann aber auch zur Erweiterung des Gedächtnisses mit technischen Mitteln zeichnerisch, zum Beispiel schriftlich, bildlich oder akustisch, gespeichert werden. Als Ressource im Kontext

der urbanen Produktion ermöglicht die zielgerichtete Nutzung von Wissen die Lösung von Problemstellungen und ist eine Voraussetzung für Innovation.

Die Grundlagen für Wissen bilden Informationen und deren Zusammenhänge und Verbindungen. Informationen existieren dabei nur in einem System und benötigen einen physikalischen, chemischen, biologischen oder geistigen Informationsträger (Völz, 2017). Sie verlangen dabei immer ein Empfangssystem, bei dem der Informationsträger das Informat hervorruft. Hierfür ist ein Dreiklang aus Informationsträger, System und Informat notwendig. Das Informationsgeschehen erfolgt meist gemäß Ursache und Wirkung im Zeitablauf und wird besonders deutlich bei technischen Systemen. Aus der Perspektive der Informationstheorie ist Wissen – außer bei den es verändernde Lernvorgängen – statisch. Erst seine Nutzung kann etwas bewirken. Dabei gibt es kein Wissen in Geräten, Computern oder Robotern. In ihnen existieren Informationsträger mit der potentiellen Möglichkeit Wirkungen zu erzeugen (Völz, 2017). Wissen kann einer Benutzung (Anwendung) oder Veränderung (Lernen) zugeführt werden. Es kann in implizites und explizites Wissen unterschieden werden und ist von Überzeugung zu unterscheiden. Dabei kann Wissen auch über ein kollektives Gedächtnis übertragen werden. Im zeitlichen Verlauf können sich sowohl Informationen als auch deren Zusammenhänge verändern, sodass Wissen einem ständigen Wandel unterliegt.

Wissen und Wissensarbeit

In der nahen Vergangenheit ist ein stetiger Wandel der Anforderungen in der Arbeitswelt zu erkennen durch eine relative Zunahme an Arbeitsaufgaben, die keiner Routine unterliegen und einen kognitiven Charakter haben (Autor & Price, 2013). Der Begriff „Wissensarbeiter“ wurde in diesem Zusammenhang geprägt. Einige Eigenschaften dieser Wissensarbeiter sind insbesondere in der Verknüpfung mit der Ressource Mensch von Bedeutung, da Bedürfnisse nach Individualität und Unabhängigkeit, selbstständiger Entscheidungsfindung sowie Flexibilität damit einhergehen (Habscheid-Führer & Grothaus, 2016). Daraus kann eine schwächere Bindung an Arbeitgeber für Mitarbeitende resultieren, der urban lokalisierte Unternehmen durch eine Nutzung ihrer spezifischen Vorteile entgegenwirken können. Die genannten Merkmale führen verstärkt dazu, dass immer mehr und insbesondere jüngere Menschen ein dynamisches und damit flexibleres Leben in urbanen Räumen bevorzugen und die unmittelbare Nähe zu ihren individuellen Netzwerken (inkl. Arbeitsumfeld) suchen und proaktiv beeinflussen. Diese Strukturen erhalten und schaffen neues Wissen bzw. wird das Wissen permanent überprüft, verworfen und ergänzt oder an andere Individuen weitergegeben. Diese Veränderungsphasen verlaufen in Zyklen, deren Dauer und Einfluss stetig variiert (Probst, Raub, & Romhardt, 2010). Das Wissen des Einzelnen im Geflecht der Stadt bewegt bzw. entwickelt sich dynamisch in neuen Umfeldern (soziale Netzwerke, moderne Arbeitsformen etc.). Parallel dazu pflegen Menschen herkömmliche Strukturen. Diese Lebenswelten bereichern die Erschaffung von Wissen durch Reflektion und Rückbesinnung - bergen aber auch Konfliktpotential besonders für Fabriken in urbanen Räumen. Studien zeigen, dass die Innovationskraft in urbanen Räumen überdurchschnittlich ausgeprägt sein kann (Carlino et al., 2007).

Viele Unternehmen sind sich dieser beschriebenen Chancen und Risiken kaum bewusst. Die effiziente Nutzung der Ressource Wissen ist stark erschwert, wenn das Wissen der Menschen im Quartier nicht erfasst und in Entwicklungsprozesse einbezogen wird. Mitarbeitende können neben ihren aktiven Rollen im Unternehmen auch die Rollen von Nachbarn, Kunden oder aus der Politik einnehmen, auf Grund ihrer Kenntnisse über das Umfeld der Fabrik und über Netzwerke außerhalb der Fabrik. Damit kann das wachsende Wissen über Standortfaktoren und Zukunftsvisionen gebildet und gebunden werden.

4.3.6 Recht und Kultur

Die Ressource Recht und Kultur ermöglicht die gesellschaftlich garantierte Durchsetzung von Ansprüchen und erlaubt die Durchführung von Aktivitäten in definierten Handlungsrahmen. Das Recht besteht aus allgemein gültigen Verhaltensregeln, deren konkrete Einklagbarkeit hier als notwendige Bedingung vorausgesetzt wird. Recht ist damit ein Teil der Kultur einer Gesellschaft. Aus Ressourcensicht ist Kultur dabei vereinfacht beschrieben das Vorhandensein von (sozialen) Kompetenzen in der Stadtgesellschaft. Diese Kompetenzen können genutzt werden und auf materieller und immaterieller Ebene ihre Wirkung entfalten. Gleichzeitig wird durch die implizite und explizite Nutzung dieser Ressource der mögliche Handlungsrahmen für urbane Fabriken definiert.

Die Ressource Recht und Kultur ist im Kontext der urbanen Produktion in zwei Teilaspekte gegliedert. Während unter Recht als Ressource der Urban Factory eine Vielzahl bestehender niedergeschriebener Gesetze, Vorschriften, Normen und Richtlinien subsumiert wird, deren konkrete Eintragbarkeit Voraussetzung ist, beschreibt Kultur eine soziologische Perspektive auf das Fabrik-Stadt-System und umreißt deren Anwendung in diesem System. Ausgangspunkt dieser Betrachtungsweise ist im Allgemeinen die soziologische (Human-)Kapitaltheorie und im Speziellen die durch den französischen Soziologen Bourdieu begründete Theorie des kulturellen Kapitals (Streckeisen, 2014). Kulturelles Kapital existiert demnach inkorporiert, vor allem in der Bildung des Menschen, objektiviert in kulturellen Gütern, wie beispielsweise Bildern, Büchern, Instrumenten oder Maschinen oder institutionalisiert, beispielsweise in schulischen Abschlüssen oder Titeln. Das inkorporierte, kulturelle Kapital überführt Wippler (1987) in das Vorhandensein kultureller Kompetenzen, die zudem Voraussetzung zur Nutzung, Schaffung oder Erlangung von objektiviertem und institutionalisiertem, kulturellem Kapital sind. Demnach sind kulturelle Kompetenzen die „Beherrschung ästhetischer, sprachlich-kognitiver und sozialer Codes“, deren Beherrschung den Akteuren Interaktionsmöglichkeiten erschließt sowie einen verhältnismäßig reibungslosen Ablauf von Sozialbeziehungen ermöglicht. In diesem Bezugsrahmen lassen sich kulturelle Kompetenzen bzw. kulturelle Ressourcen ebenfalls als Basis für die Schaffung und Nutzung von Beziehungsnetzwerken für eigene Zwecke einordnen. Das Vorhandensein und die Nutzung solcher Beziehungsnetzwerke kann als soziale Ressource beschrieben werden. Für urbane Fabriken und deren Einbettung in das Fabrik-Stadt-System ist Kultur auf Grund der Austauschbeziehungen, der notwendigen Kooperation und der werkszaunübergreifenden Handlungsperspektive somit eine grundlegende Ressource.

Recht als Grundlage des Handlungsrahmens urbaner Fabriken

Es existiert eine erhebliche Anzahl von Normen, Gesetzen und Richtlinien, die im Kontext der interdisziplinären Betrachtung Anwendung finden. Gesetze, Normen und Richtlinien besitzen je nach Typus verbindlichen Rechtscharakter oder können als anerkannte Regelwerke bzw. Handlungsvorschriften einen bindenden Charakter erhalten. So agiert beispielsweise die Stadt als Gebietskörperschaft im Kontext der Mobilität je nach Ebene im Rahmen des Infrastrukturrechts oder gibt dieses vor. Hierbei sind insbesondere Gesetze und Richtlinien zur Planung, Erhalt, Neu- und Ausbau sowie Finanzierung der Verkehrswege und -anlagen zu beachten (Resch, 2007). Alle weiteren Akteure des Stadt-Fabrik-Systems agieren innerhalb des Verkehrsausübungsrechts dazu zählen u.a. die Straßenverkehrsordnung und -zulassungsordnung. Grundsätzlich unterschieden werden können Normen, Gesetze und Richtlinien nach ihrer genehmigungsrechtlichen und bautechnischen Relevanz sowie in der Gestaltung des Planungsprozesses. In Bezug auf Genehmigungsverfahren urbaner Fabriken sind vor allem die (nicht harmonisierten) Bauordnungen der Bundesländer, die Musterbauordnung und die Industriebaurichtlinie aber auch die Energieeinsparverordnung (EnEV), die Arbeitsstättenrichtlinie und ggf. das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) von Bedeutung. Sie bilden die Rechtsgrundlage für die Gestaltung des Planungsgegenstandes und sind in jedem Fall im Planungsprozess frühzeitig inhaltlich zu reflektieren, um nachträgliche Anpassungen und aufwändige bauliche Lösungen oder auch zeitliche Verzögerungen zu vermeiden. Die Genehmigungsfähigkeit von Produktionssystemen und Fabriken ist insbesondere im urbanen Kontext oftmals als große Hürde beim Aufbau neuer und im Betrieb bestehender urbaner Fabriken zu sehen. Mit der Ressource Recht und Kultur kann ein Ausgleich geschaffen werden zwischen den beteiligten Akteuren im Fabrik-Stadt-System.

4.3.7 Mobilität

Mobilität ermöglicht die räumliche Transformation materieller und immaterieller Objekte mittels Bewegung. Der Transport von Personen und Gütern wird durch eine Mobilitätsinfrastruktur ermöglicht. Immaterielle Dinge, wie zum Beispiel Energie, benötigen für eine gezielte räumliche Mobilität (Übertragung) ebenfalls eine materielle Infrastruktur. Zur Bewertung der Qualität von Mobilität können verschiedene Leistungsparameter betrachtet werden. Im urbanen Raum ist eine hohe, räumlich konzentrierte Mobilitätsnachfrage vorhanden. Eine effiziente Nutzung der Ressource Mobilität zielt auf einen möglichst geringen Aufwand für notwendige räumliche Veränderungen.

Mobilität manifestiert sich in unterschiedlichen Dimensionen und Ebenen (Jarass 2012). Den Rahmen dieser Dimensionen bildet die potentielle Mobilität, die darüber entscheidet, ob und welche

Formen der Mobilität möglich sind. Das Gegenstück zur potentiellen Mobilität bildet die realisierte Mobilität, die die tatsächliche Ausgestaltung der potentiellen Mobilität beschreibt. Vor diesem Hintergrund lässt sich Mobilität in die Dimensionen sozial und räumlich unterteilen. Während soziale Mobilität den Auf- und Abstieg entlang von Schichten (vertikal) oder beispielsweise den Berufswechsel (horizontal) definiert, differenziert sich die räumliche Mobilität zeitlich in Alltagsmobilität (kurzfristig) und Wohnmobilität (längerfristig) (Hammer & Scheiner 2006). Die räumliche Mobilität von Personen lässt sich weiterhin in Individualverkehr und öffentlichen Verkehr unterscheiden.

Die so beschriebene räumliche Mobilität von Personen lässt sich zudem auf Güter bzw. die Logistik anpassen und übertragen. Der reine Transport von Gütern erfolgt im zeitlichen Sinne kurzfristig. Dabei werden Güter im Beschaffungs-, Produktions- und Distributionsprozess vom Ort der Verfügbarkeit (Quelle) zum Ort des Bedarfs (Senke) befördert. Diese Transportprozesse können durch Umschlag, Verkehrsmittelwechsel oder Lagerung einfach oder mehrfach gebrochen sein. Je nach Dauer der Lagerung kann ein Transportprozess als längerfristige, räumliche Mobilität von Gütern aufgefasst werden; ein Beispiel dafür wäre die dezentrale Verteilung und Bevorratung eines Sortiments innerhalb einer Absatzregion. Die Mobilität von Daten, Informationen und (soweit realisierbar) Wissen, kann ebenfalls als Aspekt der räumlichen Mobilität aufgefasst werden. Dazu lässt sich die Verfügbarkeit bzw. das Vorhandensein von Daten, Informationen und Wissen (potentielle Mobilität) sowie die Übertragung bzw. Verbreitung (realisierte Mobilität) unterscheiden.

Grundformen der Mobilität

Die Grundformen der Mobilität können anthropozentrisch zusammengefasst werden in den Unterteilungen Individualverkehr („Ich fahre“), öffentlicher Verkehr: („Ich werde gefahren“), Güterverkehr/Logistik („Ich lasse fahren“) und Daten (Informations- und Kommunikationstechnologie, „Ich verweile“) (Henkel, Tomczak Henkel, & Hauner 2015). Jede dieser Mobilitätsformen basiert ihrerseits auf Ressourcen. Zum einen benötigt räumliche Mobilität Verkehrsinfrastruktur. Verkehrsinfrastruktur im weiteren Sinne bezeichnet die materiellen, personellen und institutionellen Voraussetzungen zum Transport von Personen, Gütern und Daten. Im engeren Sinne besteht die Verkehrsinfrastruktur aus allen ortsfesten Anlagen wie natürlichen oder gebauten Verkehrswegen und deren Zugangs- und Umschlagpunkten. Die Mobilität von Personen und Gütern bedarf zudem Verkehrsmittel. Verkehrsmittel sind Einrichtungen, die Personen oder Güter bewegen (Ebel 2013). Das Zusammenwirken von Verkehrsinfrastruktur und -mitteln als System wird auch als Verkehrsträger bezeichnet (Meyer 2016).

Mobilität selbst kann in ihren vier Grundformen als Ressource angesehen werden. Mobilität ist Ausdruck des „Bedürfnis[s] der Menschen nach Teilnahme und Austausch“ (acatech — Deutsche Akademie der Technikwissenschaften 2012). So kann Mobilität auch als aus anderen Bedürfnissen abgeleitetes Bedürfnis verstanden werden und somit als Ressource des sozialen und wirtschaftlichen Lebens. Mobilität von Personen, Gütern und Daten ermöglicht und unterstützt soziale, kulturelle und politische Teilhabe, Bildung, Versorgung sowie Handel und wirtschaftliche Austauschprozesse.

Mobilität aus Sicht des Fabrik-Stadt-Systems

Aus Sicht der Fabrik ermöglicht Mobilität die Versorgung mit materiellem und immateriellem Input sowie deren Entsorgung. Durch Güterverkehre wird die Fabrik mit Rohstoffen, Hilfsstoffen, Halbzeugen, Maschinen etc. zur Produktion versorgt. Zudem übernehmen Güterverkehre die Distribution der Produkte sowie die Entsorgung von weiterem materiellem Output wie Abfall. Durch Personenverkehre (des Individual- und öffentlichen Verkehrs) gelangen Mitarbeitende, Lieferanten, Kunden und Besuchende in die Fabrik. Diese sind Träger von Wissen und bringen Ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten ein. Zudem wird die Fabrik über Leitungssysteme mit Daten und ebenfalls mit Energie und Rohstoffen versorgt. Aus Perspektive der Fabrik ermöglicht Mobilität die wirtschaftliche Tätigkeit der Produktion.

Für die Stadt können zwei Perspektiven unterschieden werden. Die Stadt als Gebietskörperschaft verfolgt das Ziel aufwandsarme, effiziente, sichere und umweltfreundliche Mobilität zu ermöglichen. Dabei handelt es sich um die zur Verfügung Stellung von Verkehrsinfrastruktur, institutionellen und organisatorischen Rahmenbedingungen sowie Angeboten des öffentlichen Personenverkehrs. Ein

Handlungsfeld der Stadt ist somit die potentielle Mobilität von Personen und Gütern. Innerhalb dieses Rahmens sind Stadtgesellschaft, Unternehmen sowie alle Akteure der Stadt mobil für private und soziale Zwecke und zur Erbringung wirtschaftlicher Leistungen. Sie realisieren Mobilität im vorgegebenen Rahmen der Stadt und verfolgen dabei ebenfalls das Ziel aufwandsarm, effizient, sicher und umweltfreundlich mobil zu sein. Dabei konkurrieren die Akteure der Stadt um Verkehrsinfrastruktur und Verkehrsangebote mit den Verkehren, die durch die Fabrik induziert werden. Vor diesem Hintergrund bedeutet Effizienz der Ressource Mobilität im Sinne der Urban Factory die Ausgestaltung der Mobilität von Fabrik und Stadt zur Befriedigung der jeweiligen Bedürfnisse innerhalb der infrastrukturellen, organisatorischen und rechtlichen Rahmenbedingungen der Stadt.

4.3.8 Image und Gestalt

Als Image wird die Wirkung von Entitäten und Objekten auf das menschliche Bewusstsein und die damit verbundenen Assoziationen verstanden. Image ist eine emotionale, immaterielle Ressource und beeinflusst mittelbar die Erzeugung von Handlungen und Wirkungen. Das Image kann durch die Formulierung von Selbstbildern und Strategien (z.B. „Vision & Mission“) beeinflusst werden. In Verbindung mit der Gestalt ergibt sich die Identität eines Produkts, Bauwerks, Unternehmens oder Person. Die Identität wird im Wesentlichen durch die vier Elemente Verhalten, Symbole, Leistungsangebot und Kommunikation bestimmt. Als emotionale, immaterielle Ressource beeinflusst das Image mittelbar die Erzeugung von Handlungen und Wirkungen und ist damit für die Effizienz von Aktivitäten eines Unternehmens im Stadt-Fabrik-System von Bedeutung.

Image und Gestalt können als immaterielle Ressource im Kontext urbaner Fabriken für die Durchsetzung von Interessen sowohl von Unternehmen als auch von städtischen Akteuren eingesetzt werden. Als Basis kann die Identität angesehen werden, die im Wesentlichen durch die Kombination der vier Elemente Verhalten, Symbole, Leistungsangebot und Kommunikation bestimmt wird (Niederhäuser & Rosenberger 2017). Die Akteure (hier Unternehmen und Stadt) übertragen sowohl indirekt als auch direkt über Interaktion ihre Identität auf das Umfeld und beeinflussen so ihr Image („Bild / Eindruck“) auf vielfältige Weise. Der Begriff Image wird somit auf die Wirkung der jeweiligen Akteure auf das menschliche Bewusstsein von Entitäten und Objekten und die damit verbundenen Assoziationen verstanden. In Verbindung mit der Gestalt ergeben sich Rückschlüsse auf die Identität eines Produkts, Unternehmens, Ortes oder Person (Niederhäuser & Rosenberger 2017). Im Rahmen der Einbindung von Produktionsstätten in das urbane Gefüge der Quartiere spielen das Image und konkret die Gestalt als Ressource eine entscheidende Rolle. Sie wirken aus dem Unternehmen heraus auf das Quartier bzw. die Stadt und können auch umgekehrt aus der Stadt heraus auf das Unternehmen Auswirkungen haben.

Unternehmen sind sich grundsätzlich der Potentiale eines „guten Images“ bewusst. Nachbarn im Quartier, Kunden, Kapitalgebende oder Mitarbeitende nehmen ein Unternehmen potentiell sehr unterschiedlich wahr. Die Imagebildung kann als hoch-komplexer und sehr dynamischer Prozess angesehen werden. Das Image kann beispielsweise über die Produktion eines identitätsbehafteten Produktes oder die Entwicklung einer Marktstrategie langfristig entwickelt, etabliert und gepflegt werden (Schalcher 2009). Veränderte Produktionsmethoden (z.B. additive Fertigungsverfahren, modulare Desktop-Maschinen, verteilte Wertschöpfungsnetzwerke) oder auch die Rückbesinnung auf Handwerk oder die Nutzung regionaler Ressourcen haben in den vergangenen Jahren zu neuen Produkten, Unternehmensstrukturen /-größen sowie Netzwerken geführt und prägen die Stadtstrukturen auf veränderte Weise. Ein sichtbares Beispiel ist die Maker-Bewegung, die sich räumlich in Makerspaces und FabLabs manifestiert und dabei ein eigenes Image aufgebaut hat.

Jedes Gebäude in urbanen Räumen und damit auch Fabriken besitzen eine besondere Rolle als Schnittstelle unterschiedlicher Räume. Die Tatsache, dass über die Bindung von Mitarbeitenden und Kunden eine tiefe, komplexe Interaktion entstehen kann, erhöht die Bedeutung der Ressource Image bzw. Gestalt der Fabrik im urbanen Kontext. Ausdruck und damit Übertragbarkeit auf das urbane Umfeld findet das Image eines Unternehmens auf vielfältige Weise z.B. durch die Sichtbarkeit des Produktes im oder durch die Gestaltung der Produktionsstätte im Quartier. Schalcher (2009) beschreibt Gebäude in Bezug auf ihre Funktion als Subjekt, Objekt und Mittel von bzw. der Kommunikation. Dabei ist die gezielte Entwicklung eines „Kommunikationskonzeptes“ in Bezug auf Zielgruppen von Bedeutung, da dieses Werte und Botschaften vermitteln kann. Eine angemessene,

positive Architektur kann die Ressource Image und Gestalt mit den Ressourcen Mensch und Wissen verknüpfen. Dabei wird eine urbane Fabrik Teil der Baukultur in der Stadt.

Auf städtebaulicher Ebene bedeutet die Erhaltung bzw. Ansiedlung eines Unternehmens mit einem hohen Imagewert vielfältige Vorteile. Die Strahlkraft des Unternehmens kann weitere Unternehmen zur Ansiedlung/Standortsicherung bewegen bzw. deren Produktspektrum und -qualität positiv verändern oder die Vernetzung zu anderen Akteuren einer Stadt (Hochschulen, Dienstleistenden etc.) stärken. Unternehmen und Städte können ihre Identität nutzen, um die Einzigartigkeit zu stärken und positiv zu nutzen (Reicher 2014).

Kommunen und speziell Wirtschaftsförderung und Stadtmarketing stehen vor ökonomischen Herausforderungen. Es gilt Unternehmen aller Größenordnung von Start-Up, mittelständische Hidden-Champions bis Global-Player zu binden und auf Aspekte wie Expansion, Reduktion Verlagerungen, Mobilität, innovative Kommunikationsstrukturen oder auch ein gutes Umfeld für hochqualifizierte Fachkräfte zu achten (Grabow, Henckel & Hollbach-Grömig, 1995). Die gezielte Untersuchung des Imagewertes sowohl der Unternehmen als auch der einzelnen Quartiere/Städte ermöglicht gezielte Verbesserungen und Effizienzgewinne entlang spezifischer Bedürfnisse von Unternehmen und Quartier/Stadt.

4.4 Zusammenfassung

Das vorgestellte Vorgehen zur Analyse urbaner Produktion aus einem Systemverständnis heraus ermöglicht die im Zusammenspiel mit den Pilotprojekten zu erfolgende Ableitung von Methoden für die Bewertung und Identifikation von Effizienzmaßnahmen aus disziplinsübergreifender Perspektive. Die gemeinsame Grundlage bilden dabei die Austauschbeziehungen von Fabriken im urbanen Kontext, deren Operationalisierung in mehreren aufeinanderfolgenden Schritten erfolgt. Ausgehend von dem vorgestellten interdisziplinären Betrachtungsrahmen zur Ressourceneffizienz werden diese durch Verbindungen jeweils mehrerer Disziplinen weiter spezifiziert. Mit dem Ansatz der Ökotonie als Analogie für eine nachhaltige Wertschöpfung in Städten werden beispielsweise die Perspektiven der Produktion mit denen des Städtebaus verbunden. Darüberhinausgehend werden unter der zusätzlichen Einbindung der Disziplinen Industriebau, Logistik und Energiedesign kann der Betrachtungsrahmen urbaner Fabriken auf den potenziellen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung von Städten erweitert werden. Dabei dient als Detailbetrachtung eine lebenszyklusorientierte Betrachtung der urbanen Wertschöpfung als Lösungsbaustein.

Als Ergebnis der Betrachtungsrahmen stehen die Ressourcen der urbanen Fabrik, mit denen die Wirkungen im Stadt-Fabrik-System beschrieben und erfasst werden können. Mit dieser entwickelten Forschungstheorie werden im Rahmen der Pilotprojekte diese Erkenntnisse deduktiv in die Praxis überführt. Mit den dabei gesammelten Informationen und Ergebnissen wird anschließend induktiv die Theorie erweitert und angepasst. Aus dieser ganzheitlichen Betrachtung können darauf aufbauend Planungskonflikte und Lösungspotentiale für die Steigerung der Ressourceneffizienz urbaner Fabriken entwickelt werden.

4.5 Literatur zu Kapitel 4

- acatech — Deutsche Akademie der Technikwissenschaften. (2012). Menschen und Güter bewegen - Integrative Entwicklung von Mobilität und Logistik für mehr Lebensqualität und Wohlstand (Vol. 3). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-30928-1>
- Allwood, J. M., Ashby, M. F., Gutowski, T. G., & Worrell, E. (2013). Material efficiency: providing material services with less material production. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 371(1986), 20120496–20120496. <https://doi.org/10.1098/rsta.2012.0496>
- Andrulleit, H., Babies, H. G., Fleig, S., Ladage, S., Meßner, J., Pein, M., ... von Goerne, G. (2016). Energiestudie 2016 - Reserven, Ressourcen und Verfügbarkeit von Energierohstoffen. Energiestudie 2016. Hannover. Retrieved from https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Energie/Produkte/energiestudie2016_Zusammenfassung.html?nn=1542330
- Attrill, M. ., & Rundle, S. . (2002). Ecotone or Ecocline: Ecological Boundaries in Estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 55(6), 929–936. <https://doi.org/10.1006/ecss.2002.1036>
- Australian Bureau of Statistics. (2017a). Data by Region: Greater Sydney (GCCSA), Catalogue No. 1410.0.
- Australian Bureau of Statistics. (2017b). Frequently Asked Questions: How does the ABS define Urban and Rural? Retrieved May 23, 2017, from <http://www.abs.gov.au/websitedbs/d3310114.nsf/home/frequently+asked+questions#Anchor7>
- Autor, D. H., & Price, B. (2013). The Changing Task Composition of the US Labor Market. *MIT Economics*, (2003), 1–19.
- Beckage, B., Osborne, B., Gavin, D. G., Pucko, C., Siccama, T., & Perkins, T. (2008). A rapid upward shift of a forest ecotone during 40 years of warming in the Green Mountains of Vermont. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105(11), 4197–4202. <https://doi.org/10.1073/pnas.0708921105>
- BINE Informationsdienst. (n.d.). Energieintensive Grundstoffe – Effizienzpotenziale und Perspektiven.
- Biology Discussion. (n.d.). Study of Communities: Meaning and Community Composition. Retrieved July 10, 2016, from <http://www.biologydiscussion.com/ecology/study-of-communities-meaning-and-community-composition/6770>
- Brunner, P. H. (2011). Urban Mining A Contribution to Reindustrializing the City. *Journal of Industrial Ecology*, 15(3), 339–341. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00345.x>
- Carlino, G. A., Chatterjee, S., & Hunt, R. M. (2007). Urban density and the rate of invention. *Journal of Urban Economics*, 61(3), 389–419. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2006.08.003>
- Cerdas, F., Kurle, D., Andrew, S., Thiede, S., Herrmann, C., Zhiquan, Y., ... Kara, S. (2015). Defining Circulation Factories – A Pathway towards Factories of the Future. *Procedia CIRP*, 29, 627–632. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.032>
- Darbellay, F., Moody, Z. and Lubart, T. I. (Ed.) (2017) Creativity, design thinking and interdisciplinarity. Springer, Singapore.
- Diekmann, B., & Rosenthal, E. (2013). Energie: Physikalische Grundlagen ihrer Erzeugung, Umwandlung und Nutzung (Vol. 1). <https://doi.org/10.1007/978-3-658-00501-6>
- DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.). (2003). DIN 8580 - Fertigungsverfahren - Begriffe, Einteilung. Beuth Verlag GmbH.
- Dombrowski, U., Hennersdorf, S., Celik, M., Weckenborg, S., Mielke, T., Roth, C., ... Rustom, S. (2011). Planungsleitfaden Zukunft Industriebau. Ganzheitliche Integration und Optimierung des Planungs- und Realisierungsprozesses für zukunftsweisende und nachhaltige Industriegebäude. Fraunhofer IRB Verlag.
- Dresden Optics Pty Ltd. (n.d.). Dresden Optics. Retrieved September 1, 2017, from <https://dresden.com.au/>
- Ebel, G. (2013). Verkehr -- Auswirkungen auf Raum und Mensch. In U. Clausen & C. Geiger (Eds.), *Verkehrs- und Transportlogistik* (pp. 15–20). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-540-34299-1_3
- Europäische Kommission. (2011). Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa. Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen (Vol. KOM(2011)).
- Florida, R. (2012). The Rise of the Creative Class: And How It's Transforming Work, Leisure, Community and Everyday Life The Flight of the Creative Class: The New Global Competition for Talent? *National Journal*. New York: Basic Books. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8691.2006.00398.x>
- Forbes. (2011). Global diversity and inclusion: Fostering innovation through a diverse workforce. *Forbes Insights*, 1–20. Retrieved from http://www.forbes.com/forbesinsights/innovation_diversity/index.html
- Goldstein, B., Hauschild, M., Fernández, J., & Birkved, M. (2016). Testing the environmental performance of urban agriculture as a food supply in northern climates. *Journal of Cleaner Production*, 135, 984–994. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.004>
- Grabow, B., Henckel, D., & Hollbach-Grömig, B. (1995). Weiche Standortfaktoren. *Schriften Des Deutschen Institut Für Urbanistik*, 89.
- Grundig, C. (2014). *Fabrikplanung*. München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG. <https://doi.org/10.3139/9783446441576>
- Grundig, C.-G. (2014) *Fabrikplanung: Planungssystematik - Methoden – Anwendungen*. *Fabrikplanung*, p. 41. Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, Munich.
- Gunreben, M., Dahlmann, I., Frie, B., Hensel, R., Penn-Bressel, G., & Dosch, F. (2007). Die Erhebung eines bundesweiten Indikators „Bodenversiegelung“. *Bodenschutz*, 2(07), 34–38.
- Günter Ropohl. (2012). *Allgemeine Systemtheorie. Einführung in transdisziplinäres Denken*. Berlin: edition sigma.
- Habscheid-Führer, T., & Grothaus, C. J. (2016). Über den Zusammenhang von Unternehmenskultur und Architektur. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-13349-8>
- Hammer, A., & Scheiner, J. (2006). Lebensstile, Wohnumlieus, Raum und Mobilität --- Der Untersuchungsansatz von StadtLeben. In K. J. Beckmann, M. Hesse, C. Holz-Rau, & M. Hunecke (Eds.), *StadtLeben --- Wohnen, Mobilität und Lebensstil: Neue Perspektiven für Raum und Verkehrsentwicklung* (pp. 15–30). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-90132-9_2
- Helmut Wagner. (2003). *Makroökonomie*. Verlag Vahlen .
- Henkel, S., Tomczak, T., Henkel, S., & Hauner, C. (2015). *Mobilität aus Kundensicht*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-08075-4>
- Herrmann, C., Blume, S., Kurle, D., Schmidt, C., & Thiede, S. (2015). The positive impact factory–transition from eco-efficiency to eco-effectiveness strategies in manufacturing. *Procedia CIRP*, 29, 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.066>

- Herrmann, C., Dettmer, T., Kuntzky, K., & Egede, P. (2011). Product-Service-Systems in Manufacturing : Ecotones as a Perspective for Sustainability. *International Conference on Sustainable Manufacturing: Issues, Trends and Practices*, 1–8.
- Herrmann, C., Schmidt, C., Kurl, D., Blume, S., & Thiede, S. (2014). Sustainability in manufacturing and factories of the future. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing - Green Technology*, 1(4), 283–292. <https://doi.org/10.1007/s40684-014-0034-z>
- Hoinkis, J. (2017). Die Aggregatzustände. In *Chemie für Ingenieure* (pp. 47–84).
- Homans, G. C. (1968). *Elementarformen sozialen Verhaltens*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Jarass, J. (2012). *Wohnstandortpräferenzen und Mobilitätsverhalten*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-94340-4>
- Juraschek, M., Becht, E. J., Büth, L., Thiede, S., Kara, S., & Herrmann, C. (2018). Life Cycle Oriented Industrial Value Creation in Cities. In F. P., D. Y., L. A., O. S.I., B. N., N. M., & L. A. (Eds.), *Procedia CIRP* (Vol. 69, pp. 94–99). Joint German-Australian Research Group, Sustainable Manufacturing and Life Cycle Engineering, Germany: Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.069>
- Juraschek, M., Bucherer, M., Schnabel, F., Hoffschroer, H., Vossen, B., Kreuz, F., ... Herrmann, C. (2018). Urban Factories and Their Potential Contribution to the Sustainable Development of Cities. *Procedia CIRP*, 69(May), 72–77. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.067>
- Juraschek, M., Kreuz, F., Bucherer, M., Sonntag, R., Schnabel, F., Hoffschroer, H., ... Herrmann, C. (2018). Die Ressourcen der urbanen Fabrik: Definitionen und Erläuterungen aus dem Forschungsprojekt Urban Factory. <https://doi.org/10.24355/dbbs.084-201812131337-0>
- Juraschek, M., Thiede, S., & Herrmann, C. (2018). Urbane Produktion Potenziale und Herausforderungen der Produktion in Städten. In H. Corsten, R. Gössinger, & T. S. Spengler (Eds.), *Handbuch Produktions- und Logistikmanagement in Wertschöpfungsnetzwerken* (pp. 1113–1133). Berlin, Boston: De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110473803-055>
- Juraschek, M., Vossen, B., Hoffschroer, H., Reicher, C., & Herrmann, C. (2016). Urban Factories: Ecotones as Analogy for Sustainable Value Creation in Cities. In *Interdisziplinäre Konferenz zur Zukunft der Wertschöpfung* (S. 135-145). Hamburg.
- Juraschek, M., Vossen, B., Hoffschroer, H., Reicher, C., & Herrmann, C. (2018). Urbane Produktion: Ökotonen als Analogie für eine nachhaltige Wertschöpfung in Städten. In T. Redlich, M. Moritz, & J. P. Wulfsberg (Eds.), *Interdisziplinäre Perspektiven zur Zukunft der Wertschöpfung* (pp. 195–207). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-20265-1_15
- Jurschitz, E. (2009). Schematic representation of different types of ecotones on a square surface. Retrieved July 10, 2016, from <https://en.wikipedia.org/wiki/File:EcotoneLamiotCommons4.jpg>
- Kaltschmitt, M., Streicher, W., & Wiese, A. (Eds.). (2013). *Erneuerbare Energien*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-03249-3>
- Konrad-Adenauer-Stiftung. (2019). Trade-off. Abgerufen am 1. 3 2019 von <https://www.kas.de/trade-off>
- Läpple, D. (2013). Produktion zurück in die Stadt. *Stadt Bauwelt: Die Produktive Stadt*, H. 35(January 2013), 129–150. Retrieved from <https://www.bauwelt.de/dl/1073788/artikel.pdf>
- Livingston, B. E. (1903). *The Distribution of the Upland Plant Societies of Kent County , Michigan*. The University of Chicago Press.
- Maarel, E. Van Der. (1990). Ecotones and ecoclines are different. *Journal of Vegetation Science*, 135–138.
- McArthur, E. D., & Sanderson, S. C. (1999). Ecotones: introduction, scale, and big sagebrush example. *Forest Service Proceedings RMRS-P-11*, 3–8.
- McCrindle Pty Ltd, & Urban Task Force. (2017). *Urban Living Index*. Retrieved July 20, 2017, from <http://urbanlivingindex.com/>
- Meyer, B. (2016). Zur historischen Genese der Verkehrsträger. In O. Schwedes, W. Canzler, & A. Knie (Eds.), *Handbuch Verkehrspolitik* (pp. 77–95). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-04693-4_4
- news.com.au. (2017). Your long daily commute in traffic might be helping to slowly kill your brain. Retrieved September 29, 2017, from <http://www.news.com.au/technology/innovation/motoring/your-long-daily-commute-in-traffic-might-be-helping-to-slowly-kill-your-brain/news-story/0629d6a21dbc28d0e27fc37376c1d3e0#.eu7f6>
- Niederhäuser, M., & Rosenberger, N. (2017). *Unternehmenspolitik, Identität und Kommunikation*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-15702-9>
- NSW – Government Planning and Environment. (2014). *A Plan for Growing Sydney*. Retrieved from <https://www.greater.sydney/content/publications>
- NSW – Government Planning and Environment. (2016). *Towards our Greater Sydney 2056*.
- Parilla, J., Trujillo, J. L., Berube, A., & Ran, T. (2015). *Global MetroMonitor 2014: an uncertain recovery*.
- Prendergast, G., & Berthon, P. (2000). Insights from ecology: an ecotone perspective of marketing. *European Management Journal*, 18(2), 223–232. [https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0263-2373\(99\)00094-8](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/S0263-2373(99)00094-8)
- Probst, G., Raub, S., & Romhardt, K. (2010). *Wissen managen*. Wiesbaden: Gabler. <https://doi.org/10.1007/978-3-8349-8597-2>
- Reicher, C. (2014). *Städtebauliches Entwerfen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-06677-2>
- Resch, H. (2007). Verkehrsrecht. In M. Holoubek & M. Potacs (Eds.), *Handbuch des öffentlichen Wirtschaftsrechts* (pp. 943–1116). Vienna: Springer Vienna. https://doi.org/10.1007/978-3-211-36858-9_17
- Roos, E., Maile, K., & Seidenfuß, M. (2017). *Werkstoffkunde für Ingenieure*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-49532-2>
- Schalcher, H.-R. (2009). *Immobilienmanagement. Handbuch Für Immobilienentwicklung, Bauherrenberatung, Immobilienbewirtschaftung*. Schulthess, Zürich.
- Schössler, M., Baer, D., Ebel, G., Eickemeyer, L., Hoffschroer, H., Koch, T., ... Sonntag, R. (2012). *Future Urban Industries – Produktion, Industrie, Stadtzukunft, Wachstum. Wie können wir den Herausforderungen begegnen? Policy Brief* (Vol. 11). Retrieved from <http://www.stiftung-nv.de/publikation/produktion-industrie-stadtzukunft-wachstum-wie-können-wir-den-herausforderungen-begegnen>
- State of the Environment 2011 Committee. (2011). *State of the environment 2011. Independent report to the Australian Government Minister for Sustainability, Environment, Water, Population and Communities*. Canberra.

- Statistisches Bundesamt. (2015). Anteil der Industrie am BIP seit 20 Jahren nahezu konstant. Pressemitteilung Vom 08.04.2015, 2. Retrieved from https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2015/04/PD15_124_811.html
- Statistisches Bundesamt. (2016). Land- und Forstwirtschaft, Fischerei - Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung. Fachserie 3 Reihe 5.1.
- Steffen, W., Crutzen, P. J., & McNeill, J. R. (2007). The Anthropocene: Are Humans Now Overwhelming the Great Forces of Nature. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 36(8), 614–621. [https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[614:TAAHNO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[614:TAAHNO]2.0.CO;2)
- Streckeisen, P. (2014). *Soziologische Kapitaltheorie: Marx, Bourdieu und der ökonomische Imperialismus*. transcript Verlag.
- thyssenkrupp AG. (2017). Sauberer als Großstadtluft: thyssenkrupp nimmt die größte Tuchfilteranlage der Welt für den Sinterprozess in Betrieb. Retrieved May 22, 2017, from <https://www.thyssenkrupp-steel.com/de/newsroom/highlights/tuchfilteranlage.html>
- Tim Rieniets. (2014). Die Stadt als Ressource. In T. Rieniets, N. Kretschmann, M. Perret, K. Christiaanse, & ETH Zürich (Hrsg.), *Die Stadt als Ressource, Texte und Projekte 2005–2014* (S. 15). Berlin: Jovis Verlag.
- Townsend, C. R., Begon, M., & Harper, J. L. (2009). *Ökologie*. Berlin, Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-44078-0>
- United Nations. (2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. General Assembly 70 Session, 16301(October), 1–35. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Völz, H. (2017). *Medientechnisches Wissen*. In S. Hölzgen (Ed.). Berlin, Boston: De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110477504>
- Westkämper, E., & Löffler, C. (2016). *Strategien der Produktion- Technologien, Konzepte und Wege in die Praxis*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-48914-7>
- Wippler, R. (1987). Kulturelle Ressourcen, gesellschaftlicher Erfolg und Lebensqualität. In *Soziologie der sozialen Ungleichheit* (pp. 221–254). https://doi.org/10.1007/978-3-322-88691-0_9

Teil 1: Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1-1: Austauschbeziehungen zwischen Fabrik und Stadt	3
Abbildung 1.1-2: Umwandlung und Transfer von Energie im Fabrik/Stadt - System	8
Abbildung 1.1-3: Lebensdauer unterschiedlicher Komponenten eines Bauwerks	11
Abbildung 1.1-4: Ausgewählte Einflussfaktoren und Handlungsfelder der Urban Factory	12
Abbildung 1.2-1: Vielfalt von Industriestandorten in Deutschland (vgl. Prognos Zukunftsatlas 2016)	13
Abbildung 1.2-2: Vielfalt einzelner Fabriken in urbanen Räumen (© UrbanFactory)	14
Abbildung 2.1-1: Exemplarischer Aushandlungsprozess der Disziplinen	19
Abbildung 2.2-1: Forschungsdesign	22
Abbildung 2.2-2: Urban Factory Wissenstransfer	25
Abbildung 2.2-3: Zeitliche Ablaufplanung des Verbundprojekts Urban Factory	26
Abbildung 3.1-1: Vernetzung und Informationsverbreitung über soziale Netzwerke (© Urban Factory)	28
Abbildung 3.1-2: Derzeitige Megatrends	29
Abbildung 3.1-3: Verlauf und Dauer von Megatrends und Trends im Vergleich (© Urban Factory)	30
Abbildung 3.1-4: Überschneidungen von Megatrends mit deckungsgleichen Subtrends/ zwei Beispiele (© Urban Factory)	30
Abbildung 3.1-5: Relevante Trends aus der Sicht der fünf beteiligten Fachdisziplinen in alphabetischer Reihenfolge	31
Abbildung 3.1-6: Vernetzung der für das Forschungsvorhaben identifizierten Trends auf der Basis der aktuellen Megatrends als Megatrend-Map (© Urban Factory)	31
Abbildung 3.1-7: Koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung ab dem Jahr 2014 (Pöttsch & Rössger, 2015)	32
Abbildung 3.1-8: Einordnung des Trends Funktionale Mischung im urbanen Raum in die Megatrend-Map	33
Abbildung 3.1-9: Einordnung des Trends Bauwerksqualität in die Megatrend-Map	35
Abbildung 3.1-10: Einordnung des Trends Klimawandel in die Megatrend-Map	36
Abbildung 3.1-11: Einordnung des Trends Ressourcenverknappung in die Megatrend-Map	37
Abbildung 3.1-12: Einordnung des Trends Energiewende in die Megatrend-Map	38
Abbildung 3.1-13: Dimensionen der Nachhaltigkeit i.A.a. (Siebenhüner, 2001)	39
Abbildung 3.1-14: Einordnung des Trends Globalisierung in die Megatrend-Map	41
Abbildung 3.1-15: Einordnung des Trends Vernetzung in die Megatrend-Map	42
Abbildung 3.1-16: Menschzentrierter Ansatz digitaler Systeme nach Thiede, Juraschek und Herrmann 2016	43
Abbildung 3.1-17: Einordnung des Trends Veränderte Logistik in die Megatrend-Map	44
Abbildung 3.1-18: E-Commerce Umsatz in Deutschland (Handelsverband Deutschland - HDE e.V., 2016)	45
Abbildung 3.1-19: Einordnung des Trends Neuartige Mobilitätsformen in die Megatrend-Map	46
Abbildung 3.1-20: Anzahl registrierter Carsharing-Nutzer und Fahrzeuge (Bcs 2016)	47
Abbildung 3.1-21: Einordnung des Trends Innovative Arbeitsplatzkonzepte in die Megatrend-Map	48
Abbildung 3.1-22: Schematische Darstellung der Überlagerung verschiedener Generationen (Möhlmann et al. 2019)	48
Abbildung 3.1-23: Illustration zentraler MMI-Technologien (Acatech 2016)	50
Abbildung 3.1-24: Einordnung des Trends Innovative Produktionstechnologien in die Megatrend-Map	50
Abbildung 3.1-25: Einordnung des Trends Technologischer Fortschritt in die Megatrend-Map	51
Abbildung 3.1-26: Enabler der 'positive impact factory' (Herrmann et al. 2015)	52
Abbildung 3.1-27: Einordnung des Trends Demografischer Wandel in die Megatrend-Map	52
Abbildung 3.1-28: Bevölkerungsentwicklung in Deutschland nach (Pöttsch & Rössger, 2015)	53
Abbildung 3.1-29: Prognostiziertes Bevölkerungssaldo 2012 - 2035 nach Kreisen auf Basis von (BBSR, 2012)	54
Abbildung 3.1-30: Einordnung des Trends Fachkräftemangel in die Megatrend-Map	55
Abbildung 3.1-31: Schaubild des Erwerbspersonenpotentials (Bundesministerium für Arbeit und Soziales 2011)	55
Abbildung 3.1-32: Erwerbstätige nach Wirtschaftszweigen 2005 bis 2035 – in Mio. (Hummel et al. 2010)	56

Abbildung 3.1-33: Darstellung der zunehmenden Engpässe bei Facharbeitern im MINT-Bereich (Bundesvereinigung der Deutschen Arbeitgeberverbände 2015)	56
Abbildung 3.1-34: Darstellung möglicher Maßnahmen zur Sicherung von Fachkräften (Quelle: Bundesministerium für Arbeit und Soziales, 2015)	57
Abbildung 3.2-1: Schematische Darstellung der Betrachtungsrichtungen der Experten:innen (© Urban Factory)	58
Abbildung 3.2-2: Betrachtungsebenen von Fabrik und Stadt (© Urban Factory)	61
Abbildung 3.2-3: Zuordnung der Disziplinen zu den Betrachtungsebenen (© Urban Factory)	64
Abbildung 3.2-4: Quartier als zentrale Betrachtungsebene der urbanen Fabrik (© Urban Factory)	65
Abbildung 4.1-1: Ortsunabhängiger In- und Output von Fabriken	71
Abbildung 4.1-2: Austauschbeziehung zwischen Fabriken und dem umgebenden Quartier	71
Abbildung 4.1-3: Austauschbeziehungen – Effizienzpotenzial	72
Abbildung 4.2-1: Production engineering interfaces with other involved disciplines for urban factories	73
Abbildung 4.2-2: Industrial building & architecture interfaces with other involved disciplines for urban factories	74
Abbildung 4.2-3: Logistics & transport interfaces with other involved disciplines for urban factories	74
Abbildung 4.2-4: Energy design interfaces with other involved disciplines for urban factories	75
Abbildung 4.2-5: Urban Planning & development interfaces with other involved disciplines for urban factories	75
Abbildung 4.2-6: Planning activities of involved disciplines for urban factories	76
Abbildung 4.2-7: Planning activities of discipline production engineering (steps 0-9 based on (Grundig, 2014))	77
Abbildung 4.2-8: System der urbanen Produktion mit materiellem und immateriellem Austausch	78
Abbildung 4.2-9 Ausgewählte gegenseitige Auswirkungen und Potentiale urbaner Produktion, aufbauend auf (Schössler et al., 2012)	79
Abbildung 4.2-10: Artenverteilung im Spannungsfeld (dem Ökoton) zwischen den Artengemeinschaften A und B (I), (II) zeigt die kumulierte Anzahl der Lebewesen in der Übergangszone, nachgebildet von (Biology Discussion, n.d.)	80
Abbildung 4.2-11: Unterschiedliche Typologien und Formen von Ökotonen nach (Jurschitzka, 2009)	81
Abbildung 4.2-12: Verteilung der Aktivität und Lebendigkeit mit resultierender Innovation und Interaktion für eine scharfe Grenze ohne räumliche Durchmischung von Fabrik und urbanem Raum	82
Abbildung 4.2-13: Verteilung der Aktivität und Lebendigkeit mit resultierender Innovation und Interaktion für eine hohe räumliche und funktionale Durchmischung von Fabrik und urbanem Raum	82
Abbildung 4.2-14: Overview of the potential contributions of urban factories to the UN SDGs	87
Abbildung 4.2-15: Field study layout with considered urban districts, data collection steps and used data input	89
Abbildung 4.2-16: Covered life cycle stages by the urban factories in the field study with indication of industrial sector and urban district. The numbers indicated for each factory correspond to the unique number assigned in the database	91

Teil 1: Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1-1: Endenergieverbrauch 1990 bis 2017 (in Petajoul) (BMW 2016; BMW 2018)	9
Tabelle 1.2-1: Forschungsfragen des Vorhabens	15
Tabelle 2.1-1: Im Projekt beteiligte Akteure inkl. Forschungsschwerpunkte.....	18
Tabelle 2.2-1: Sichtweisen der beteiligten Disziplinen	24
Tabelle 3.1-1: Generationen mit unterschiedlichen Kennzeichen i.A.a. Reif (2015), Mihovilovic & Knebel (2017), Mörstedt (2018).....	49
Tabelle 3.2-1: Tätigkeitsfelder Produktion	59
Tabelle 3.2-2: Tätigkeitsfelder Industriebau	60
Tabelle 3.2-3: Vergleich der Tätigkeitsfelder Logistik, Energiedesign, Städtebau.....	61
Tabelle 3.2-4: Auflistung der Systemebenen der urbanen Fabrik (© Urban Factory).....	64
Tabelle 4.2-1: Haupteigenschaften von Ökotonen	80
Tabelle 4.2-2: Haupteigenschaften von "Urban Factory Ecotones"	82
Tabelle 4.2-3: Beschreibung ausgewählter Urban Factory Ecotones.....	83

